

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

К. УЛЛЕРИХ

НОЧИ У ТЕЛЕСКОПА

Путеводитель по звездному небу

Перевод с немецкого
Г. В. ШОЛОМИЦКОГО

✱

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР» • Москва • 1966

С каждым годом растет число любителей астрономии, наблюдателей звездного неба. Небольшая книжка известного популяризатора К. Уллериха (ГДР) предназначена для читателя, который заинтересовался звездным небом, но не знает, с чего начать. После краткого введения автор знакомит читателя с созвездиями и наиболее интересными объектами на небе, с общим планом строения звездной вселенной и с первыми наблюдениями с биноклем или простейшим телескопом.

В конце книги приведены таблицы ярких звезд, планет и подвижная карта звездного неба. Книга оригинально иллюстрирована.

Книга рассчитана на школьников старших классов. Ее с интересом прочтет любой человек, интересующийся звездным небом.



ОТ РЕДАКЦИИ

«Великолепное зрелище представляет собой ясное ночное небо, прекрасное и таинственное в своей бесконечной глубине. Нас поражает его величие, но нам хочется понять его, разгадать кажущуюся беспорядочной картину и проникнуть в ее тайны».

Так начинается книга К. Уллериha «Ночи у телескопа» с подзаголовком «Путеводитель по звездному небу», перевод которой предлагается вниманию читателя.

Цель этой книги — познакомить начинающего любителя астрономии со звездным небом, научить его разбираться в узорах созвездий, отыскивать интересующие его светила и вести простейшие астрономические наблюдения.

Разве не интересно уметь найти на небосклоне не только Полярную звезду, но и

Арктур, Капеллу, Сириус и Процион, увидеть невооруженным глазом знаменитую туманность Андромеды или, вооружившись биноклем, посмотреть на красивейшую «гранатовую звезду» — μ Цефея!

Автор предназначает свою книгу для всех любителей, интересующихся астрономией, а особенно для молодежи, которая знакомится с основами астрономии в средних школах.

Можно надеяться, что все эти читатели с интересом и пользой для себя прочтут эту увлекательную книгу.



Великолепное зрелище представляет собой ясное ночное небо, прекрасное и таинственное в своей бесконечной глубине. Нас поражает его величие, но нам хочется понять его, разгадать кажущуюся беспорядочной картину и проникнуть в ее тайны. Это отнюдь не помешает нам наслаждаться красотой этой картины — напротив, лишь детальное знание позволит полностью охватить ее.

Астрономия относится к древнейшим естественным наукам. Современная астрономическая наука разделилась на столь большое число узких областей, что сколько-нибудь подробное изучение их требует очень много времени. Это возможно только для специалистов; тем не менее каждый в наши дни должен уметь по крайней мере ориентироваться на небе, чтобы нарисовать для себя научную картину Вселенной.

Не все имеют возможность вступить в астрономическое общество или постоянно посещать планетарий или школьную обсерваторию. Эта книга должна служить путеводителем тем, кто самостоятельно исследует звездное небо. Она предназначена для всех любителей, интересующихся астрономией, а особенно для молодых людей, которые знакомятся с основами астрономии в средних школах.

Наша книга прежде всего укажет «путь к звездам», то есть научит, как и в каком порядке надо познавать небесные явления, а также, хоть и в меньшей степени, будет способствовать углубленному изучению проблем астрономии. Наш путь поведет нас от знакомства со звездным небом через наблюдения Солнца, Луны и планет к изучению строения и законов Вселенной и способов ее исследования. Истинную картину неба мы увидим во время вечерней прогулки и прежде всего ночью у телескопа.

ВВЕДЕНИЕ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ АСТРОНОМИИ

Начнем с вопроса о пользе астрономии, который задавался издавна. Встречается мнение, что астрономия является мертвой, бесполезной наукой, что занимаются ею фантасты и мечтатели. Однако работа таких «не от мира сего» ученых необходима для нормальной повседневной жизни. Никто, например, не сомневается, что по радио прозвучат сигналы точного времени. Но эти сигналы являются результатом постоянных точных наблюдений видимого вращения небесного свода. На основе их время определяется с точностью до сотой доли секунды. На астрономических обсерваториях с помощью специальных наблюдений регулируются маятниковые часы или периодически контролируются кварцевые часы, дающие сигналы времени.

Результатом астрономических наблюдений является также календарь. Уже в древнейшие времена движение Солнца и Луны служило основой для счета времени.

Наряду с измерением времени важную роль играет определение местоположения на

поверхности Земли. Капитану корабля, так же как исследователю ненаселенных областей, требуются астрономические знания, чтобы иметь возможность точно определить долготу и широту места, где они находятся.

Грандиозные успехи астронавтики — вспомним всем известные полеты космических ракет и кораблей с космонавтами на борту — были бы немыслимы без точного знания нашей планетной системы. В свою очередь благодаря астронавтике достигнуты определенные успехи в метеорологии и телевидении.

И все же астрономия не только служит практическим потребностям общества. Намного важнее познание действующих во Вселенной закономерностей. Здесь, в этой своеобразной «вселенской лаборатории» астрономия, физика и химия указывают основополагающие факты и пути дальнейшего развития науки и техники, здесь мы находим нагляднейшие доказательства материальности и познаваемости мира.

Небо — книга в картинках

На первый взгляд небо представляется беспорядочным полем светящихся точек. Но при более внимательном рассмотрении в глаза бросаются группы звезд, которые кажутся связанными одна с другой. Соединенные воображаемыми линиями, звезды часто образуют очень впечатляющие картины. Каким ясным и прозрачным становится тогда небо! Эти группы звезд — созвездия — составляют

основу для ориентировки на небе (см. карту I, стр. 13).

Фигуры созвездий, которые известны в настоящее время, большей частью были придуманы еще в древности. В соответствии с уровнем развития в те времена одни созвездия назывались главным образом именами греческих богов и мифических героев, другие посвящались животным.

Подобные представления мы находим у всех народов Земли в самых различных формах; у каждого из них существуют для множества созвездий свои собственные названия. Только современные названия созвездий южного полушария составляют исключение; европейские мореплаватели увидели их значительно позже и дали им названия, которые в большинстве своем тесно связаны с мореплаванием, например Компас, Киль, Корма и другие.

Очертания созвездий тоже не всегда похожи на фигуры, именами которых они названы. И все же созвездия значительно облегчают ориентацию на небе. Собственно говоря, только для этой цели они и нужны. Отдельные звезды созвездия физически между собой не связаны. В действительности они в большинстве случаев находятся в пространстве далеко одна за другой и лишь в проекции кажутся иногда близкими друг к другу. Однако с целью удобного разделения неба созвездия сохранены в современной науке.

В 1925 г. астрономы собрались на международную конференцию, чтобы разделить все

небо на области прямоугольной формы, причем с минимальными отклонениями от границ старых созвездий. Площадь небесной сферы была разбита на 88 созвездий, носящих латинские названия, понятные ученым разных стран. Кроме служения этой практической цели, наименования созвездий и связанные с ними легенды рассказывают нам о культуре, образе жизни и общественных условиях жизни тех народов, которые дали эти названия группам звезд. Они представляют собой, таким образом, как бы частицу истории культуры.

При обращении Земли вокруг Солнца мы видим последнее в разных участках звездного неба, поэтому нам кажется, что Солнце меняет свое положение среди звезд. На своем видимом пути Солнце пересекает 12 созвездий, названия которых взяты в основном из животного мира. Поэтому эту зону называют *зодиакальным кругом* (по-гречески «зоон» — животное), а созвездия — *созвездиями Зодиака*.

Если наименования созвездий возникли преимущественно из греческого языка, то названия отдельных звезд ведут свое происхождение из арабского. Конечно, при знакомстве европейских астрономов с этими названиями они часто искажались, так что первоначальный смысл в таких случаях иногда очень трудно установить. Многие из ярких звезд имеют такие названия, но этого, естественно, недостаточно для точного обозначения звезд. Поэтому в астрономии принято все яркие звезды созвездия обозначать малыми



Участок звездного неба



с рисунками созвездий

I

буквами греческого алфавита в порядке, соответствующем, как правило, их видимой яркости, т. е. самая яркая звезда — α , за ней следуют β , γ и т. д. Но поскольку такая система обозначений далеко не охватывает всех звезд, то более слабые звезды обозначаются либо буквами латинского алфавита, либо номерами в различных каталогах.

В этой книге мы познакомимся лишь с самыми яркими и примечательными звездами и их названиями. Несмотря на это, полезно знать и обозначения звезд, так как они могут встретиться позднее в звездном атласе или в специальной литературе. (В приложении в таблице 1 содержится список ярких звезд с указанием некоторых их свойств и созвездий, к которым они принадлежат.)

«Знаешь ли ты, сколько звезд...»

Такой вопрос задает старая народная песня, указывая тем самым на неисчислимость светящихся точек на небе. Однако количество звезд, видимых невооруженным глазом, сравнительно легко подсчитать. Нормальный человеческий глаз может различить на небе лишь около 6000 звезд. Но поскольку каждый наблюдатель может видеть не больше половины всей небесной сферы, то остаются всего 3000 звезд. Однако если взять полевой или даже театральный бинокль, то число видимых звезд значительно возрастет и достигнет 60 000 и выше. Небольшой телескоп позволил бы насчитать уже около 300 000 звезд.

Итак, *действительное* число звезд огромно, а *видимое* число их зависит от используемых средств наблюдения. Это обусловлено различной яркостью звезд. Приблизительно десяток очень ярких звезд четко выделяется среди других более или менее слабых. Эту яркость, с которой мы воспринимаем звезды, будем называть *видимым блеском* или просто *блеском*. На долгом пути от звезды к нам свет значительно ослабевает. Поэтому звезда с высокой собственной светимостью, но находящаяся весьма далеко от наблюдателя, иной раз кажется очень слабой, в то время как более близкая звезда с низкой светимостью может казаться очень яркой. (Спичка, которую мы зажигаем в темноте перед глазами, кажется ярче далекого прожектора.) Вследствие этого действительные светимости двух звезд, воспринимаемых нами одинаково яркими, могут различаться очень сильно. Светимость звезды зависит от ее диаметра и температуры излучающей поверхности. Следовательно, видимый блеск звезды еще ничего не говорит о ее действительной светимости.

Видимый блеск звезды принято характеризовать так называемой *звездной величиной*. При этом меньшему блеску соответствует большее число. Так, звезда величины 2^m (m — от латинского слова *magnitudo* — величина) ярче звезды величины 3^m . Более яркие звезды характеризуются величинами 1^m , 0^m , -1^m и т. д. Очевидно, слово «величина» не имеет никакого отношения к действительной величине звезды (ее диаметру или массе).

Объяснение символов на звездных картах



звезды ярче $0^m,5$

» » $0^m,5 - 1^m,5$

» » $1^m,5 - 3^m,5$

» » $3^m,5 - 5^m,0$

рассеянное звездное скопление

шаровое звездное скопление

газовая туманность

спиральная туманность

Самые яркие звезды имеют величину 1^m или 0^m (см. табл. 1 в приложении), и лишь отдельные звезды выходят за эти пределы, как, например, Сириус ($-1^m,4$). В такой системе различие в одну звездную величину означает различие блеска в два с половиной раза¹; звезда величины 2^m более чем вдвое ярче звезды величины 3^m . Выраженные в этой системе звездные величины полной Луны и Солнца составляют около -12^m и -26^m соответственно.

В табличке на стр. 16 приведены обозначения ярких звезд и некоторых других объектов наблюдения, примененные на звездных картах в этой книге.

Невооруженным глазом видны звезды до 6-й величины; полевой бинокль позволяет различить звезды приблизительно от 8-й до 11-й величины; телескопы в зависимости от диаметра их объектива обеспечивают видимость звезд до 18-й величины, а фотографирование неба с большими камерами и многочасовой экспозицией делает видимыми на фотопластинке звезды до 23-й величины.

Бесконечные расстояния

Видимый блеск звезды, как мы видели, существенно зависит от того, насколько далеко от нас находится звезда. Как велики эти расстояния? Они выражаются вошедшими в поговорку «астрономическими» числами. Чтобы как-то осознать масштабы расстояний

¹ Точнее, в 2,512 раза. — *Приж. перев.*

до звезд, познакомимся вначале с мерами измерения, которыми на практике пользуются астрономы.

Свет проходит за одну секунду 300 000 км. (В определении этой величины важную роль сыграли астрономические методы.) Поэтому расстояние в 300 000 км называют *световой секундой*. (Теоретически световой луч мог бы за одну секунду совершить восемь оборотов вокруг земного шара!) Одна световая минута означает расстояние 18 000 000 км, световой час — 1 080 000 000 км. Умноженное на 8760 часов (365 дней по 24 часа), это расстояние дает единицу *световой год*, который соответствует расстоянию около 9 триллионов км (9 с 12 нулями!).

Ближайшая звезда удалена от нас на 4,3 светового года (около 40 триллионов км). Чтобы преодолеть такое расстояние, ракета со скоростью 5000 км/час должна лететь 1 миллион лет. Легко понять, сколь неудобно измерять в километрах расстояния до небесных тел, удаленных на 100 000 световых лет или еще более.

О еще большей мере расстояния *парсек* (1 *пс* = 3,26 светового года) речь будет идти ниже.

Значительно меньшей мерой расстояния является *астрономическая единица* (а. е.), определяемая как среднее расстояние Земли от Солнца (150 миллионов км). При помощи этой единицы измеряются расстояния в пределах солнечной системы, например расстояния планет от Солнца. 1 а. е. соответствует 8 световым минутам.

Звезды — это горячие газовые шары, подобные нашему Солнцу и излучающие собственный свет. Поскольку они находятся чрезвычайно далеко от нас, мы видим их как точки независимо от того, наблюдаем ли мы невооруженным глазом или с помощью телескопа. Так как мы не видим, чтобы они меняли свои взаимные положения на небосводе, то их прежде называли неподвижными звездами. Однако в настоящее время известно, что звезды постепенно перемещаются друг относительно друга, но эти перемещения становятся заметными лишь за очень большие промежутки времени. Наше Солнце, ближайшая к нам звезда, отнюдь не больше других звезд, а наоборот, относится к меньшим. Но так как мы находимся очень «близко» к нему, оно представляется нам большим светящимся диском.

При рассмотрении некоторых звезд даже в бинокль можно увидеть, что светящаяся точка, видимая невооруженным глазом, состоит из двух или более звезд. Такие *двойные звезды* иногда лишь проектируются одна подле другой, однако в действительности находятся далеко одна за другой в пространстве. Их называют *оптическими двойными* в отличие от *физических двойных*. Последние образуют замкнутую систему, где оба компонента (т. е. обе звезды) движутся вокруг общего центра масс.

Другие звезды временами меняют свой блеск: их называют *переменными звездами*.



Рис. 1. Так возникают видимые колебания блеска у затменной переменной звезды.

Причина колебаний блеска может состоять в том, что из-за изменений во внешних слоях звезда меняет свою светимость. Существуют также звезды, переменность которых обусловлена периодическим затмеванием яркой звезды более темным ее спутником, в результате чего происходит уменьшение общего блеска.

Такие звезды называют *затменными переменными*. Они являются, собственно говоря, двойными, причем плоскости орбит компонентов проходят через луч зрения наблюдателя (рис. 1).

Если изменения светимости звезды достаточно велики и охватывают большие промежутки времени, то на месте слабой звезды или даже на «пустом» месте на небе вспыхивает более яркая, «новая» звезда. Такие *новые звезды* отнюдь не возникают вновь, как считали раньше, а лишь становятся значительно ярче благодаря взрывным явлениям. После резкого увеличения блеск звезды вновь медленно ослабевает до тех пор, пока через несколько лет или десятилетий не устанавливается первоначальный блеск.

Планеты по своему строению принципиально отличаются от звезд. Как и наша Зем-

ля, другие планеты тоже представляют собой темные охлажденные тела, не излучающие собственного света [в оптической области спектра. — *Прим. перев.*]. Несмотря на это, мы видим их временами как яркие звезды, которые среди других звезд выделяются тем, что постоянно перемещаются по небу: отсюда их название «странствующие звезды» (по-гречески «планэтэс» — блуждающая). Мы видим их благодаря отраженному ими солнечному свету. Поскольку планеты находятся сравнительно близко к Земле, то уже в трубу с небольшим увеличением можно увидеть их действительную форму. К солнечной системе принадлежат следующие планеты (в порядке их расстояния от центрального тела — Солнца): *Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон*. Кроме этих девяти больших планет существует еще около 50 000 малых планет, или *астероидов*, из которых лишь немногие доступны наблюдениям в бинокль.

Спутники планет по своим физическим свойствам подобны планетам и также светят отраженным светом Солнца. Обычно они значительно меньше «своих» планет и обращаются вокруг последних. Земля имеет только одного спутника — Луну, Марс и Нептун — по два, Уран — пять, Сатурн — девять, а Юпитер — целых двенадцать, Меркурий, Венера и Плутон не имеют спутников.

Наша солнечная система наряду с 100—200 миллиардами других солнц образует систему *Млечного Пути*, который тянется матово светящейся полосой через все ночное небо.

Кроме нашего Млечного Пути существуют многие другие аналогичные системы, которые ввиду их спиралеобразной формы называются также *спиральными туманностями* [галактиками. — Прим. перев.]. Термин «туманность» сохранился с тех времен, когда телескопы не обладали еще достаточной мощностью, чтобы разрешить эти туманные пятна на отдельные звезды. В настоящее время известно, что спиральные галактики, подобно нашему Млечному Пути, представляют собой огромные звездные системы. Ближайшая к нам галактика — *туманность Андромеды*.

Но действительные *туманности*, а именно светящиеся или темные газовые и пылевые облака различного вида и размера, также существуют в большом количестве. Одной из самых известных является туманность Ориона, которая различима на небе даже невооруженным глазом.

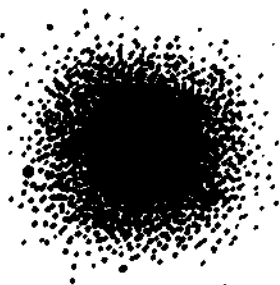
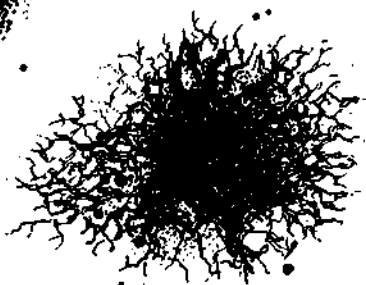
На небе легко найти *звездные скопления* различного вида. *Рассеянные звездные скопления* имеют неправильную форму и состоят из нескольких десятков звезд, например хорошо видимое скопление *Плеяды*. Многочисленные же звезды *шаровых скоплений*, напротив, очень сильно концентрируются около одной точки.

Некоторые из них можно видеть как туманные пятна уже в хороший бинокль; полное разрешение центральных частей шаровых скоплений на отдельные звезды невозможно в настоящее время даже при помощи крупнейших телескопов.



**СПИРАЛЬНАЯ
ТУМАННОСТЬ**
(галактика)

**ГАЗОВАЯ
ТУМАННОСТЬ**
(газовое облако)



**ШАРОВОЕ
ЗВЕЗДНОЕ
СКОПЛЕНИЕ**

**РАССЕЯННОЕ
ЗВЕЗДНОЕ
СКОПЛЕНИЕ**



Тем, кто хоть раз в течение некоторого времени наблюдал ночное небо, известно, что вид его существенно изменяется за несколько часов. Например, звезды, которые вначале были видны из окна, сменяются другими. Это кажущееся вращение звездного неба есть прямое отражение действительного и противоположно направленного вращения Земли вокруг своей оси (рис. 3). В дальнейшем для простоты мы будем говорить о вращении звездного неба, не забывая, однако, о том, что в действительности существует лишь вращение Земли.

За 24 часа Земля совершает полный оборот вокруг своей оси, но днем мы не имеем возможности убедиться в существовании этого движения по звездам, так как последние не видны из-за высокой яркости Солнца¹. Лишь в течение короткой полной фазы солнечного затмения, когда Луна закрывает от нас сверкающий солнечный диск, на небе видны самые яркие звезды.

Время суток, в течение которого мы находимся на стороне Земли, обращенной к Солнцу, называют днем, а время, когда мы находимся на противоположной Солнцу стороне, — ночью (рис. 4). Так как полный оборот в 360° небо совершает за 24 часа, то скорость движения каждой звезды составляет 15 гра-

¹ Точнее, звезды не видны днем из-за высокой яркости неба, обусловленной рассеянием солнечного излучения в атмосфере. — *Прим. перев.*



Рис. 3. Видимое движение неба как отражение вращения Земли.

дусов в час¹. Расстояния на небе в градусной мере можно грубо оценивать с помощью любого масштаба (рис. 5).

Почему все светила то поднимаются, то опускаются? Если спроектировать земной экватор на небесную сферу, получим *небесный экватор*, проекции же земных полюсов дадут *Северный и Южный полюсы мира*. Подобно тому как точки земной поверхности движутся параллельно земному экватору, так же и ежедневные «орбиты» звезд параллельны небесному экватору. На Северном и Южном полюсах Земли земной и небесный экваторы параллельны горизонту. В средних же широтах (например, при 52° северной широты) небесный экватор образует с горизонтом угол $90^\circ - 52^\circ = 38^\circ$, т. е. на этой высоте находится

¹ Строго говоря, это справедливо лишь для звезд, находящихся на небесном экваторе (см. ниже); все другие звезды движутся в сек δ раз медленнее, где δ — склонение звезды (ее угловое расстояние от небесного экватора). — *Прим. перев.*

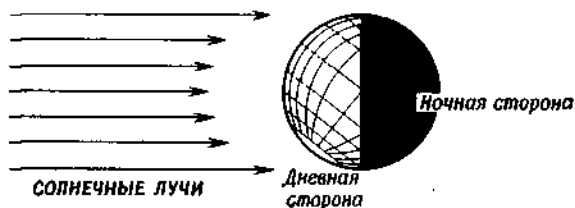


Рис. 4. Смена дня и ночи.

самая высокая точка экватора, расположенная над точкой юга.

Так объясняются восход и заход светил. Там, где они пересекают горизонт при своем движении параллельно экватору, расположены точки восхода и захода. Если звезда находится на небесном экваторе, то точка ее восхода расположена точно на востоке, а захода — точно на западе. Если светило находится севернее или южнее экватора, то точки восхода и захода смещаются к северу или югу соответственно.

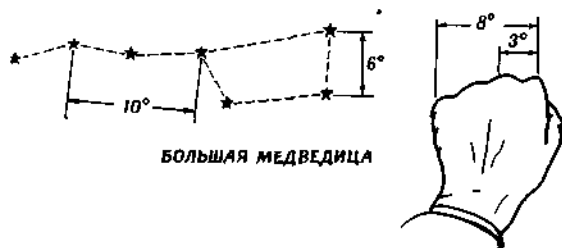


Рис. 5. Способ оценки угловых расстояний на небе в градусах.

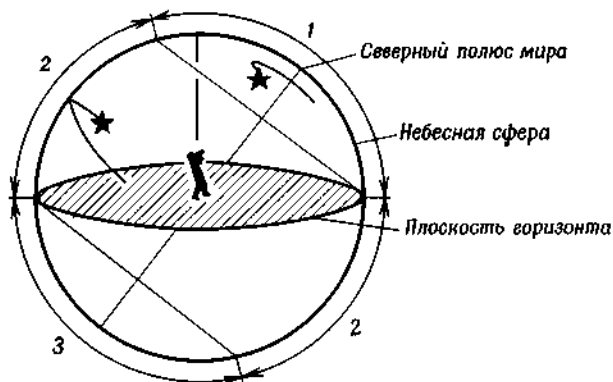


Рис. 6. Время, в течение которого видно светило, зависит от его расстояния от полюса мира. 1 — никогда не заходящие звезды (для наблюдателя в наших широтах); 2 — звезды, сменяющиеся в течение года; 3 — никогда не видимые звезды (не восходящие для наблюдателя на наших широтах).

Чем севернее от небесного экватора, то есть чем ближе к Северному полюсу мира расположена звезда, тем длиннее будет участок ее суточного пути, лежащий над горизонтом (рис. 6).

При движении по небу к северу мы достигнем, наконец, такой параллели, что светила, находящиеся на ней, вообще не касаются линии горизонта и называются поэтому *незаходящими звездами*. Они видны всю ночь круглый год.

Для наблюдателя в северном полушарии Земли участок суточного пути звезд, расположенных южнее небесного экватора, стано-

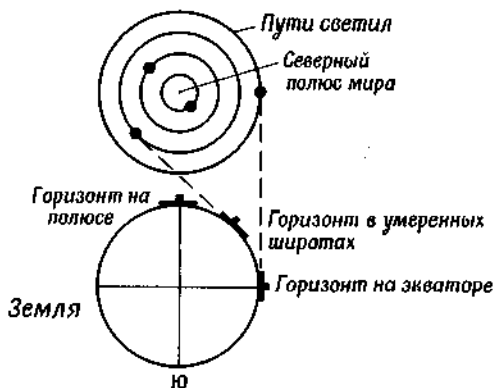


Рис. 7. Число незаходящих звезд зависит от географической широты места наблюдения (на Северном полюсе Земли не заходят все звезды севернее небесного экватора; на земном экваторе нет ни одной незаходящей звезды).

вится тем короче, чем дальше к югу расположена звезда. Наконец, начиная с некоторой параллели, звезды, расположенные южнее ее, вообще не появляются над нашим горизонтом. Это — *невосходящие* звезды.

Незаходящими для данного места в северном полушарии Земли звездами являются те, угловое расстояние которых от Северного полюса мира меньше или равно высоте полюса над горизонтом, измеряемой как угол. Этот угол равен географической широте места наблюдения. (Аналогично определяются незаходящие звезды для южного полушария Земли в зависимости от их углового расстояния от Южного полюса мира.)

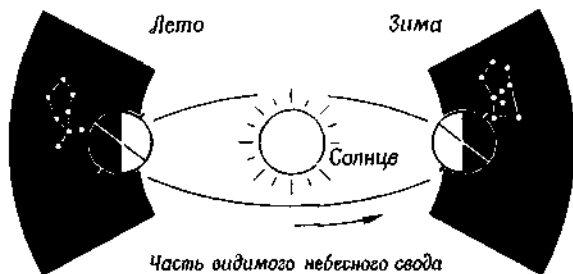


Рис. 8. В разные времена года мы видим различные созвездия.

Таким образом, размер зоны незаходящих звезд зависит от широты места наблюдения (рис. 7). Чем дальше на юг, тем меньше радиус этой зоны, и, наконец, на земном экваторе все звезды восходят и заходят, вертикально поднимаясь и опускаясь над горизонтом.

Для наблюдателя, находящегося на полюсе, все звезды соответствующего полушария видны все время — они не восходят и не заходят, совершая круговое движение параллельно горизонту. В дальнейшем, говоря о незаходящих звездах, мы будем иметь в виду звезды, которые не заходят в средних северных широтах.

Начиная с точки восхода, светило поднимается все выше, пока не достигнет высшей точки. После этой точки *кульминации* светило снова опускается и заходит. Когда звезда проходит высшую точку своей видимой траектории, говорят, что она *кульминирует*.

Кроме вращения вокруг своей оси, Земля совершает также движение вокруг Солнца. В течение полного оборота, который происходит приблизительно за 365 дней, Солнце непрерывно меняет свое видимое положение среди звезд, что является отражением движения Земли. Поэтому-то ночью в разное время года мы и видим различные созвездия, находящиеся в области, противоположной Солнцу (рис. 8). (Очевидно, это изменение вида звездного неба не затрагивает незаходящих звезд.) Звезды же, среди которых в данное время года находится Солнце, невидимы для нас, так как расположены на дневной стороне неба и тонут в лучах Солнца.

Ориентировка на небе

На небесную сферу можно нанести координатную сетку так же, как это сделано для Земли с целью точного определения местоположения. В этой книге мы не будем пользоваться астрономическими системами координат, но некоторые понятия нам будут необходимы. Коротко остановимся на них.

Круговая линия, ограничивающая наше поле зрения, называется *горизонтом*, а точка, расположенная вертикально вверх, — *зенитом*. Большой полукруг, соединяющий точки севера и юга и проходящий через зенит, называется *меридианом* (полуденной линией). *Высота* светила над горизонтом измеряется в градусах и отсчитывается от горизонта до звезды, меняясь в пределах от 0° (горизонт) до 90° (зенит). На рис. 9, например, изобра-

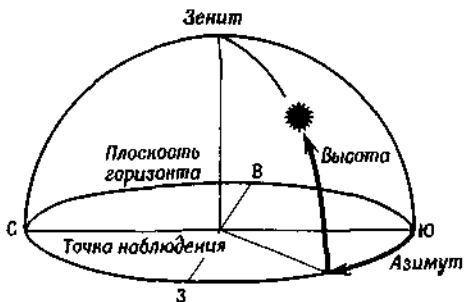


Рис. 9. Определение положения светила в горизонтальной системе координат по высоте и азимуту.

женная звезда имеет высоту около 60° , то есть она расположена ближе к зениту, чем к горизонту.

Окружность горизонта, разделенная на 360 градусов, тоже используется для указания места светила. Отсчет этой координаты, называемой *азимут* и измеряемой также в градусах, ведется от точки юга через запад, север и восток; например, точка запада имеет азимут 90° , востока 270° . Если нужно указать положение светила в этой горизонтальной системе координат, то следует провести вертикальный большой круг (нас интересует только четверть этого круга) через зенит и звезду до горизонта. Точка пересечения круга с горизонтом укажет величину азимута; изображенная на рис. 9 звезда имеет азимут около 45° . Высота (как говорилось выше) отсчитывается в градусах от горизонта вдоль названного круга до звезды.

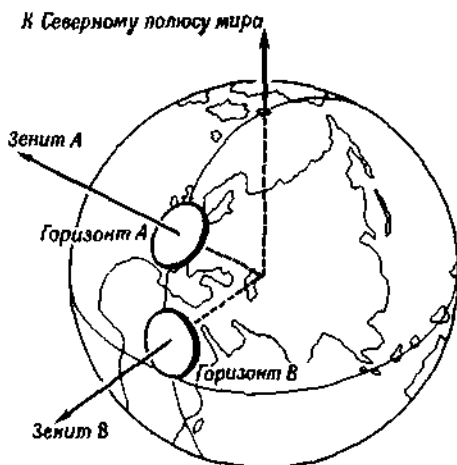


Рис. 10. Горизонт и зенит наблюдателя зависят от его положения на Земле.

Однако поскольку каждый пункт имеет свой зенит и свой горизонт (рис. 10) и поскольку суточное вращение неба меняет азимут и высоту светила, то горизонтальной системой координат можно пользоваться в территориально ограниченной области и в течение достаточно малого промежутка времени. Поэтому существует другая система координат, с помощью которой можно однозначно определить положение светила на небе.

Опорными элементами этой системы являются небесный экватор и полюсы мира, поэтому система не зависит от наблюдателя. Она называется *экваториальной системой* (рис. 11). Вдоль экватора отсчитывается так

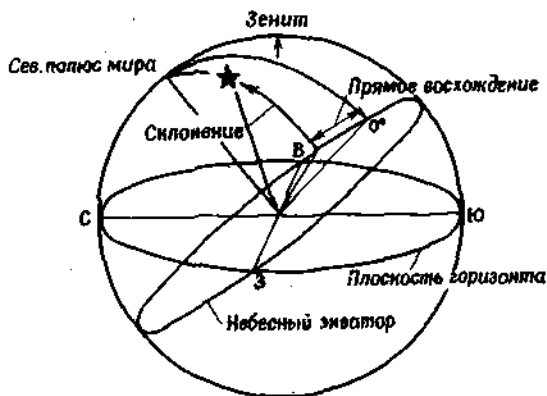


Рис. 11. Определение положения светила в экваториальной системе координат по склонению и прямому восхождению.

называемое *прямое восхождение* по направлению к западу и далее через юг к востоку; оно выражается в градусной мере, но чаще — в часовой. В качестве начала отсчета берется точка *весеннего равноденствия* (точка пересечения весной годичного видимого пути Солнца с небесным экватором). Прямое восхождение этой точки составляет 0 часов 0 минут 0 секунд ($0^h 0^m 0^s$)¹.

Вторая координата — *склонение* — дает угловое расстояние светила к северу или югу от небесного экватора; оно измеряется в градусах и отсчитывается вдоль меридиана

¹ Начальные буквы латинских слов: hora (час), minuta, secunda. — Прим. ред.

светила, называемого его часовым кругом, от экватора к полюсу. Северный полюс мира имеет склонение $+90^\circ$, а Южный -90° .

Тот, кто ведет наблюдения с телескопом, одна из осей которого параллельна оси вращения Земли (так называемая параллактическая установка), пользуется еще такими понятиями, как звездное время и часовой угол. Они бывают нужны в тех случаях, когда требуется навести трубу по прямому восхождению на не видимые простым глазом небесные объекты. Ознакомление с этими понятиями увело бы нас слишком далеко, так как в этой книге мы хотим ограничиться наблюдениями с простыми инструментами.

УЧИТЕСЬ НАБЛЮДАТЬ

Когда наблюдать?

Для изучения всех звезд видимого неба необходимо, чтобы полностью стемнело и чтобы не было облаков. Поэтому ясные зимние вечера предпочтительнее летних, так как зимой рано наступает темнота, хотя из-за холода и может быть иногда довольно неуютно.

Зимнее небо, открывающееся нам темными ночами, представляет собой прекрасную картину. Оно намного красивее, чем никогда не бывающее вполне темным летнее небо. В наших широтах летом Солнце не опускается настолько низко под горизонт, чтобы — прежде всего в северной части неба — наступила полная темнота. (В странах, расположенных дальше к северу, это явление еще

яснее выражается в так называемых полуночных сумерках или, наконец, в полуночном Солнце.) Но так как на ночном небе в течение года видны не одни и те же созвездия, то наблюдения, естественно, распространяются также и на лето.

Какие дни наиболее подходят для наблюдений, зависит также (если не говорить о погоде) от фазы Луны (см. ниже). Те, кто умеет обращаться с подвижной звездной картой (о ней говорится на стр. 43—45), выбирают время наблюдения в зависимости от того, когда объект наблюдения виден лучше всего.

Где наблюдать?

Идеальное место для наблюдений должно удовлетворять следующим требованиям: никакого мешающего освещения (уличное освещение, промышленные предприятия) в непосредственной близости, по возможности свободный обзор (в крайнем случае хотя бы на юг) и спокойная атмосфера. Все это не всегда выполнимо, а в больших городах связано с переездами на пригодное для наблюдений место. Но это небольшое беспокойство полностью окупится при первом же знакомстве с небом. Вполне пригодным местом может служить окно темной и неотапливаемой комнаты, еще лучше балкон. Удобнее комната, окно которой выходит на сторону, противоположную улице, что существенно уменьшает освещенность.

Имеет значение также страна света, куда выходят окно или балкон. Небесный экватор

и параллельные ему видимые пути звезд возвышаются над горизонтом в южной части неба. Там кульминируют светила. Это направление — самое важное для наблюдений, и лишь незаходящие звезды мы находим на севере.

Повезло обладателю плоской крыши, высоко расположенной площадки или удобного люка на середине крыши: он имеет открытый обзор во все стороны неба. Зато глаз его почти все время подвергается воздействию большого количества света с улиц и из окон домов. Устранению мешающего наблюдениям прямого света может служить бруствер на крыше вокруг рабочего места. Временно можно самому воздвигнуть такое ограждение из палаток или одеял.

Как определить направления стран света с выбранного нами места? С достаточной для наших наблюдений точностью это легко можно сделать следующим образом.

Днем около 13 часов Солнце достигает наивысшей точки своей траектории (кульминирует) и находится в этот момент на юге, указывая тем самым это направление. (Мы еще увидим далее, что, строго говоря, Солнце лишь два раза в году находится на юге в этот час.) В другое время суток направление на юг можно определить с помощью карманных или ручных часов. Для этого вращаем часы (не стрелки!) так, что часовая стрелка часов устанавливается по направлению на Солнце. Тогда воображаемая биссектриса угла между часовой стрелкой и радиусом цифры 12 укажет направление на юг (рис. 12).

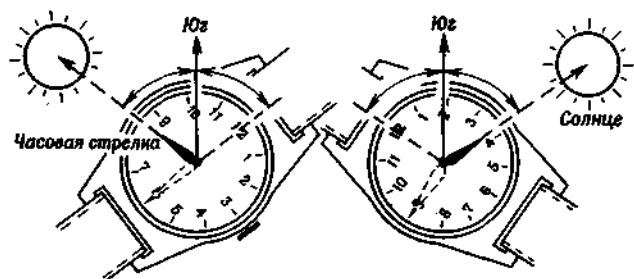


Рис. 12. Определение направления на юг при помощи часов.

Ночью мы быстро найдем направление на север с помощью созвездия *Большой Медведицы* (рис. 13). Продолжение прямой линии, соединяющей две крайние (дальние от «ручки») звезды «ковша», на пятикратное расстояние

«вверх», когда Большая Медведица расположена низко,

«вниз», когда она почти над головой,



Рис. 13. Определение направления на север по Полярной звезде.

«вправо», когда она на западе, и «влево», когда она на востоке, указывает на *Полярную звезду*. Она находится на севере очень близко к Северному полюсу мира. Проведенный из него вертикальный большой круг пересекает горизонт в точке севера. Как и все созвездия, Большая Медведица описывает в течение суток оборот вокруг полюса мира: поскольку последний неподвижен, его положение всегда определяется согласно приведенному правилу.

В качестве следующего основного условия для успешных наблюдений была названа спокойная атмосфера. Против сильных движений воздуха, которые возникают из-за ежедневных температурных различий или из-за других причин, мы бессильны, но следует избегать близкого соседства с сильно нагретыми зданиями и особенно с дымовыми трубами. Поднимающийся от них теплый воздух совершает столь заметные колебания, что это портит нам всю радость наблюдений. (По той же причине лучше наблюдать из неотапливаемой комнаты.) Еще большие препятствия создает подвижность воздуха при наблюдениях с оптическим инструментом, например биноклем, из-за его увеличения.

Как наблюдать?

Наверное, каждый заметил, что когда покидаешь освещенное помещение, то в течение некоторого промежутка времени видишь лишь самые яркие из звезд или вообще не видишь их. Лишь постепенно глаз привыкает

к темноте, зрачок расширяется — как говорят, глаз адаптируется. Становятся видимыми все больше звезд, и только приблизительно через полчаса мы можем полностью использовать зрительную способность глаза. Любой свет поблизости не только уменьшает число видимых звезд, но при попадании луча в глаз даже только на момент ослабляет адаптацию глаза к темноте, и требуется несколько минут для ее восстановления.

Принято *перед* наблюдениями запоминать форму созвездия, которое ищут на небе. Если *во время* наблюдений требуется еще раз увидеть соответствующий рисунок в книге, хорошую службу может сослужить карманный фонарь с красной лампой. Красный свет, который можно получить также, закрыв окошко фонаря с обычной лампой красной бумагой, предохраняет глаз от потери адаптации.

Если мы хотим воображаемые линии, очерчивающие контуры созвездия, показать другому наблюдателю, то можно воспользоваться фонарем большего размера, последовательно направляя его луч на звезды интересующего нас созвездия. Формально считают, что световой луч «упирается» в изображение звезды. Особенно четко виден луч фонаря при слегка туманной погоде, которая, однако, не ухудшает видимость звезд.

Кроме земных источников света, на видимость близких к ней звезд может сильно влиять Луна, а полная Луна настолько ярко освещает небо, что наблюдение звезд вряд ли возможно. Поэтому рекомендуется избе-

гать периодов, близких к полнолунию. Сведения о фазе Луны можно получить из календаря. Кроме того, следует помнить, что

первая четверть (растущая Луна) приходится на первую половину ночи;

последняя четверть (убывающая Луна) приходится на вторую половину ночи¹.

Желающие вести наблюдения в вечерние часы должны избрать время, когда Луна видна в последней четверти; предпочитающие утренние часы выберут время, когда Луна в первой четверти; во время новолуния можно вести наблюдения всю ночь. Часто наблюдения охватывают большие промежутки времени и выполняются в самое разное время. Так как наблюдения проводятся каждый раз в различных условиях, то иногда результаты разных наблюдений одного и того же объекта трудно сравнивать друг с другом. Поэтому целесообразно при каждом наблюдении вести некоторые записи.

В записях следует указывать:

1. *Место и время.*

2. *Способ наблюдения* (с инструментом или без него, используемое увеличение при фотографировании, время экспозиции и чувствительность пленки).

3. *Наблюдаемый объект* (созвездие, двойные звезды, переменные звезды и т. д. с точным обозначением или указанием координат).

¹ Правило, применяемое для определения фазы Луны по ее виду, см. на стр. 153.—Прим. ред.

4. *Результат наблюдения* (при наблюдении переменных звезд сравнительную степень яркости, например «яркая, приблизительно как звезда...» или «немного слабее, чем звезда...»; особые замечания главным образом о необычных или неизвестных явлениях на небе, например «полярное сияние в области...» или «видно не указанное в книге туманное пятно с яркостью приблизительно... недалеко от звезды...»).

5. *Видимость в момент наблюдения* (степень облачности, полное отсутствие видимости из-за туманной или облачной погоды, сильного ветра, ограничивающих поле зрения деревьев или зданий, недостаточной темноты неба и т. д.).

Небольшой труд, затрачиваемый на ведение таких записей, вскоре окупится тем, что наблюдатель благодаря возможности сравнить отдельные наблюдения будет в состоянии составить целую серию наблюдений и получить более точные результаты.

Не известные до тех пор объекты наблюдатель может впоследствии отождествить с помощью карты. Такие записи нередко оказывались также полезными и ученым при появлении новых комет, при световых явлениях на ночном небе, при наблюдениях метеоров и т. д.

Чем наблюдать?

При подходящих условиях, которые описаны выше, нормальному человеческому глазу доступны на небе очень многие объекты.

Несмотря на это, каждому любителю хочется с помощью вспомогательных средств ближе познакомиться с небесными светилами. Поэтому наша книга содержит многочисленные указания, как и где можно установить инструмент.

Какого же типа могут быть инструменты? Здесь мы отвлечемся от астрономических телескопов, выпускаемых промышленностью; в индивидуальном порядке приобрести их, как правило, трудно. Лучше обстоит дело с биноклями (в большинстве случаев достаточен театральный бинокль). При этом даже большой бинокль стоит сравнительно недорого. А между тем такое приобретение оправдывает себя, так как уже относительно малый бинокль открывает очень многие красоты неба. Кроме того, бинокль можно постоянно держать при себе в качестве «обсерватории», чтобы иметь возможность проводить полноценные наблюдения в самых различных местах. Тот, кто решился на эту покупку, найдет в нашей книге богатый выбор объектов наблюдения и возможностей применения для своего инструмента.

Но решающим для проведения наблюдений является все же не качество инструмента, а сам наблюдатель, его способности и настойчивость. Кто хочет учиться наблюдать, должен помнить, что *мастерство приходит с тренировкой*.

Прилежный наблюдатель и любитель — мастер на все руки — может сам построить сравнительно дешевый инструмент, который принесет ему много радостей, несмотря на

свою низкую стоимость. Рекомендации по созданию такого прибора содержатся в последней главе.

Что наблюдать?

В главе «Созвездия» мы исходим из картинок, которые облегчают поиски интересных звезд. Описываются также другие небесные объекты, такие, как туманности и звездные скопления. Об интересных астрономических и физических особенностях небесных тел, а также о движении их рассказывается в главе «Строение Вселенной». Глава «Открытие Вселенной» дополняет предыдущие описанием некоторых памятных вех из истории астрономии. При этом к описанию методов научной работы добавлен раздел, в котором рассказывается, как любитель может работать самостоятельно с помощью скромных средств. Кроме советов относительно самостоятельного изготовления телескопа, описывается астрофотография с простой камерой.

В виде приложения (вклейка в конце книги) дается материал для изготовления подвижной карты звездного неба. Таким образом, владелец этой книги получает возможность каждый день и каждый час иметь перед глазами наглядное представление звездного неба. При малой величине этой карты ее можно свободно положить в карман пиджака и взять с собой на прогулку.

Изготовление карты

Оба круга наклеивают на твердый, но не слишком толстый картон, обращая внимание

на то, чтобы бумага при этом не образовала складок. Затем оба круга вырезают вместе с картоном вдоль внешней окружности, а у одного из них вырезается еще и указанное овальное отверстие¹. С помощью тонкой наждачной бумаги можно слегка зачистить образовавшиеся при вырезании углы и канты. На этом работа и заканчивается. Чтобы предохранить карту от быстрого износа, можно наклеить на оба диска прозрачную пленку и аккуратно скрепить ее в центре (при помощи заклепки).

Как пользоваться картой

Пользоваться картой очень просто. Деления на полях обоих дисков позволяют установить день и время наблюдения. Для этого при наложении на карту листа с вырезом нанесенное на нем время наблюдения устанавливают против соответствующего дня, указанного на карте (рис. 14). Вырезанное овальное отверстие даст нам тогда картину видимого в это время неба. При этом надо мысленно перенести изображения на карте на внутреннюю поверхность небесной сферы. Лучшее всего это удастся, если держать карту перед собой, повернув ее вниз точкой, обозначающей юг, когда смотришь в направле-

¹ Положение центра овального отверстия зависит от широты места наблюдения. В данном случае овал изображен для широты Берлина ($52^{\circ},5$), что примерно соответствует также широте Орла, Куйбышева, Иркутска. Об изготовлении карты звездного неба см. также П. Г. Куликовский, *Справочник любителя астрономии*, М., 1961. — *Прим. перев.*

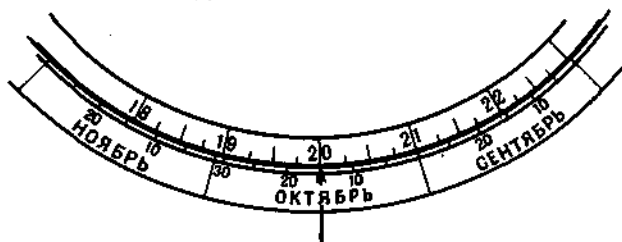


Рис. 14. Положение кругов звездной карты на 20 часов 15 октября.

нии на юг. Тогда нижняя часть овала (где он касается круга) соответствует южной части неба, центральная точка — зениту, а верхняя граница овала — лежащей позади нас северной части горизонта. Очень быстро можно научиться настолько хорошо пользоваться картой, что при ночных поисках на звездном небе она станет неразлучным спутником наблюдателя.

Искусственные спутники Земли также являются интересными объектами для наблюдений. Они не излучают собственного, а светят отраженным солнечным светом. Вечером и утром (при соответствующей орбите) их легко узнать. Чем дальше от земной поверхности находится спутник, тем дольше он виден. Часто он в течение нескольких минут виден как очень яркая светящаяся точка (самые яркие выглядят как звезды 1-й величины), перемещающаяся по небу.

СОЗВЕЗДИЯ

После описания каждого созвездия и основных объектов наблюдения в нем даются указания по отысканию созвездия на небе. Для облегчения поиска «новых» созвездий на картах даны (чаще всего в более мелком масштабе) «исходные» созвездия (уже известные читателю), от которых проведены пунктирные линии к интересующему нас в данный момент созвездию.

Звезды и, следовательно, образуемые ими фигуры во время суточного движения не занимают одно и то же положение относительно горизонта. На картах они изображены так, как они видны в своем наивысшем положении на небе — в момент кульминации.

При поиске созвездий придется преодолевать одну небольшую трудность: в то время как поверхность небесного свода выпуклая, соответствующие реальные фигуры созвездий изображены на плоскости, так что изображения некоторых из них кажутся искаженными.

Рекомендуется изучить вначале незаходящие созвездия. Они видны всегда и должны послужить в дальнейшем исходным пунктом для поисков созвездий, видимых лишь в определенное время года. Этот совет особенно относится к начинающим наблюдателям.

НЕЗАХОДЯЩИЕ СОЗВЕЗДИЯ

Большая Медведица (карта II, стр. 49)

Это созвездие является, пожалуй, самым известным из всех. Семь его ярких звезд 2-й величины, образующих «ковш с ручкой», легко найти на северном небе. Вместе с рядом других более слабых звезд они образуют фигуру Большой Медведицы, в которой три звезды «ручки» представляют «хвост», а четыре звезды «ковша» — нижнюю часть фигуры зверя. Созвездие Большой Медведицы, как и все другие, вращается вокруг полюса мира. Поэтому мы находим созвездие не всегда в том положении относительно горизонта, как оно изображено на карте II. Вечером «ручка ковша» указывает: весной — на восток, летом — на юг, зимой — на север¹.

Гомеру это созвездие представлялось колесницей²; позднее греки называли его «Большой Медведицей» (как оно и называется до сих пор по-латыни и на некоторых живых

¹ Полезно еще раз взглянуть на рис. 13. — *Прим. ред.*

² На карте II изображена простая телега. Это отражает одно из немецких названий созвездия: «Grosser Wagen» — Большая Телега наряду с «Grosse Bärin» — Большая Медведица. — *Прим. ред.*

языках) в честь нимфы Каллисто, наказанной матерью богов Герой и обращенной в медведицу. Отец богов Зевс дал медведице бессмертие и вознес ее на небо. Это не давало Гере покоя. Она распорядилась, чтобы медведица никогда не смела мыть свою шкуру в Великом океане, а должна, не ведая покоя, ежедневно повторять один и тот же путь. Так объясняли себе греки тот факт, что созвездие никогда не касается горизонта («Великого океана»).

Из звезд созвездия особый интерес представляет средняя звезда «ручки», называемая *Мицаром* (по-арабски «конь»). Нормально видящий глаз при внимательном рассматривании позволяет увидеть рядом с Мицаром вторую, более слабую звезду. Эта звезда, *Алькор* (по-арабски «наездник»), служила арабам для испытания зрения. Только тот молодой человек, который мог невооруженным глазом различить две звезды, принимался в среду взрослых как полноценный член. Пара Мицар и Алькор кажется нам двойной звездой (в полевой или театральный бинокль); но так как в пространстве они находятся далеко друг от друга, то эту пару называют *оптической* двойной звездой. При рассматривании Мицара в небольшой телескоп он сам оказывается двойным, но здесь уже речь идет о двух частях (компонентах) действительной физической двойной системы.

По яркости отдельные звезды Большой Медведицы несущественно отличаются друг от друга, почти все они имеют величину 2^m , и только левая верхняя звезда «ковша»



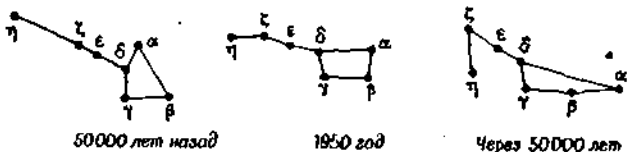


Рис. 15. Собственное движение звезд Большой Медведицы.

заметно слабее. Расстояния от Земли звезд «ковша» заключены в пределах 50—100 световых лет, а левая звезда «ручки» удалена от нас почти на 250 световых лет.

Не всегда звезды этого созвездия группировались, как сейчас; точные измерения показали, что они движутся в разных направлениях. Это так называемое собственное движение звезд заметно и в других созвездиях, однако здесь его влияние на вид созвездия особенно велико (рис. 15).

Малая Медведица (карта Н, стр. 49)

По своей форме она очень похожа на Большую Медведицу, но их «хвосты» (ручки «ковшей») почти противоположно направлены.

В разделе «Где наблюдать?» был изложен способ нахождения Полярной звезды (величины 2^m), крайней в хвосте Малой Медведицы. В вершине равнобедренного треугольника, основанием которого служат две верхние звезды «ковша» Большой Медведицы, расположена другая звезда Малой Медведицы (также величины 2^m), красноватый

Кохаб (по-арабски «звезда»). Полярная и Кохаб — ярчайшие звезды в этом созвездии, другие значительно слабее.

В греческой мифологии Малая Медведица была служанкой нимфы Каллисто, с которой мы уже знакомы по созвездию Большой Медведицы. Она должна сопровождать свою госпожу в ее безостановочном странствии.

Полярная звезда занимает особое место в сказаниях всех народов: индейцы Южной Америки видели в Малой Медведице маленькую обезьяну, которая уцепилась хвостом за полюс и вращается вокруг него; китайцы считали Полярную звезду богиней, которая ведет записи в книге живых и мертвых; вавилоняне рассматривали ее как блестящую вершину небесного свода, а некоторые первобытные племена приносили ей жертвы, как своему верховному божеству.

Все эти представления доказывают, что многим народам уже очень хорошо были известны особенности этой звезды: они твердо знали, что она является центром вращения неба. Но, строго говоря, Полярная звезда удалена от Северного полюса мира почти на 1° (это соответствует приблизительно двум диаметрам Луны) и поэтому она тоже участвует во вращении небосвода, но только с меньшей линейной скоростью.

Этот факт можно установить очень просто, если ночью направить фотоаппарат (даже самый простой) на полюс (положив его на подставку и закрепив) и оставить затвор открытым на время около двух часов. На полученной фотографии будут видны тогда свет-

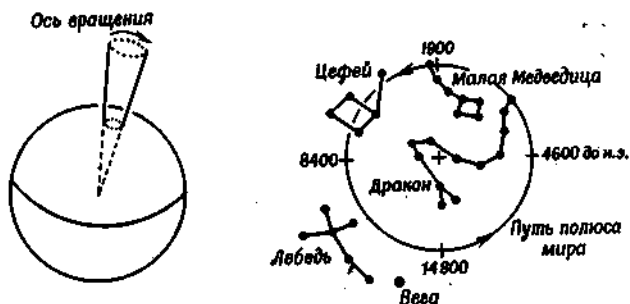


Рис. 16. Прецессионное движение земной оси.

лые следы звезд в виде дуг концентрических окружностей. Полярная звезда тоже оставит след в виде маленькой дуги: если бы она была расположена точно в центре, т. е. в полюсе, то ее изображение имело бы вид точки.

Не всегда хвост Малой Медведицы находился в непосредственной близости от полюса и не вечно будет оставаться в таком положении. Это изменение обусловлено так называемым *прецессионным движением* земной оси, которая за 26 000 лет полностью описывает поверхность двойного конуса с общей вершиной в центре Земли. Поэтому в разное время земная ось указывает в различные точки неба.

За названный период Северный и Южный полюсы мира описывают круги диаметром 23 градуса, при этом роль полярной звезды играют в разные тысячелетия различные звезды, находящиеся достаточно близко к круговой траектории полюса (рис. 16).

Полярная звезда

МАЛАЯ
МЕДВЕДИЦА

БОЛЬШАЯ
МЕДВЕДИЦА
III

ДРАКОН

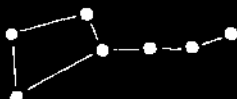


тянется между Большой и Малой Медведицей в виде цепочки сравнительно слабых звезд, напоминающей извивающееся чудовище. Чтобы найти его на небе, лучше всего исходить от все той же соединительной линии Большая Медведица — Полярная звезда, а затем следовать вдоль широкой дуги, которую Дракон образует около Малой Медведицы и которая заканчивается более яркой звездой его «глаза».

В греческой мифологии эта фигура отождествлялась с драконом, стерегущим чудесное дерево с золотыми яблоками, за которыми должен был отправиться Геркулес (его мы позднее тоже найдем на небе). Дракона усыпляет великан Атлас, державший небесный свод, и Геркулес может осуществить свое намерение. Римляне видели в созвездии змею и называли его этим именем.

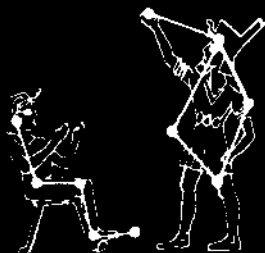
Кассиопея (карта IV, стр. 55)

состоит в основном из пяти звезд 2-й и 3-й величины, которые образуют фигуру, подобную большой букве W. Чтобы отыскать Кассиопею, вернемся опять к Большой Медведице и Полярной звезде. Затем мысленно соединим прямой линией Мицар (среднюю звезду «хвоста» Большой Медведицы) с Полярной звездой и продолжим эту линию, пока она не приведет к средней звезде большого W. Кассиопея расположена против Большой Медведицы по другую сторону от



БОЛЬШАЯ МЕДВЕДИЦА

Полярная звезда



КАССИОПЕЯ



ЦЕФЕЙ

μ
«Гранатовая звезда»

IV

Полярной звезды, так что она видна то как W, то как M. Мы находим Кассиопею высоко в зените, когда Большая Медведица низко над горизонтом, и наоборот.

В греческой мифологии Кассиопее посвящен целый цикл легенд, действующих лиц которых мы еще встретим на небе. Кассиопея, тщеславная жена эфиопского царя Цефея, хвалилась своей красотой, которая якобы превосходила красоту морских нимф. Уязвленные и разгневанные этим морские богини просили Посейдона, бога морей, наказать Кассиопею за ее тщеславие. Посейдон послал огромное морское чудовище в царство Цефея, чтобы опустошить его владения.

Когда эфиопский народ был доведен до нищеты, оракул поведал царской чете о том, что всем ужасам был бы положен конец, если бы их прекрасная дочь Андромеда была отдана на съедение морскому чудовищу. Андромеда была прикована к скале и ждала своей смерти. Но в последнюю минуту пришло спасение: прилетевший на своих крылатых сандалиях Персей убивает чудовище, освобождает Андромеду из ее оков и женится на ней.

Среди фигур околополярных созвездий из героев этого сказания мы найдем еще царя Цефея, а в последующих разделах этой главы изучим также Андромеду, Персея и Кита — сказочное морское чудовище.

Кассиопея находится в полосе Млечного Пути и окружена большим числом отдельных звезд и скоплений.

состоит, правда, только из слабых звезд, но, несмотря на это, легко отыскивается благодаря своему запоминающемуся виду. Для этого ту же линию Большая Медведица—Полярная звезда следует продолжить до тех пор, пока она не встретится со звездой чуть выше фигуры W. От нее перейдем к образующему скелет созвездия ромбу. Южная часть созвездия достигает Млечного Пути. Несмотря на слабость своих звезд, созвездие Цефея играет значительную роль в астрономии. Звезда δ (дельта) Цефея благодаря своему своеобразному поведению дала свое имя целому ряду звезд того же типа. Эта звезда относится к классу переменных звезд, о которых уже говорилось выше. Точные наблюдения колебаний ее блеска показали, что он регулярно изменяется в течение 5,37 суток (период) от 3^м,7 до 4^м,2. Все звезды с таким же ритмом колебаний блеска называют *цефеидами*. Причина изменения блеска, а поскольку речь здесь идет об одной и той же звезде, то, следовательно, и изменений действительной светимости, состоит, по-видимому, в попеременном расширении и сжатии (пульсации) тела звезды, причем бóльшая светимость соответствует большей поверхности звезды.

Особенностью обладает еще одна звезда созвездия Цефея, μ (мю) Цефея — «гранатовая звезда», как ее назвал знаменитый астроном Вильям Гершель. Она является красным гигантом с диаметром в 70 раз больше солнечного и светимостью в 16 000 раз больше светимости Солнца. Она также меняет свой

блеск, но не регулярно, как цефеиды, а неправильно в течение длительных промежутков времени (несколько лет). Причины изменений блеска у этих звезд еще не выяснены.

Общий вид незаходящих созвездий (карта V, стр. 59)

Мы познакомились с пятью важнейшими незаходящими созвездиями. На общем рисунке мы видим, кроме того, две звезды под «ручкой ковша» Большой Медведицы, которые образуют созвездие *Гончих Псов*. Согласно легенде, эти собаки сопровождают Медведицу во время охоты. Для нас они имеют особое значение, так как в этом созвездии рядом с хорошо видимой двойной звездой α (альфа) можно найти спиральную туманность. В область незаходящих созвездий попадают и части еще некоторых созвездий, которые мы рассмотрим впоследствии в числе других, связанных с определенным временем года.

Как мы уже видели раньше, в каждое время года видны «свои» созвездия (см. рис. 8 на стр. 29). В соответствии с этим мы разбили созвездия на группы, названные по времени года, когда эти созвездия видны наилучшим образом. Кто знаком с незаходящими созвездиями, может легко определить созвездия, видимые в момент наблюдения¹.

¹ Далее для каждого созвездия указывается месяц, в который оно проходит через меридиан около 23 часов по местному декретному времени (о декретном времени см. примечание на стр. 251). В этот час мы видим созвездие как раз на юге. Следует иметь в виду, что при переходе к следующему месяцу прохождение через меридиан совершается на 2 часа раньше. — *Прим. ред.*



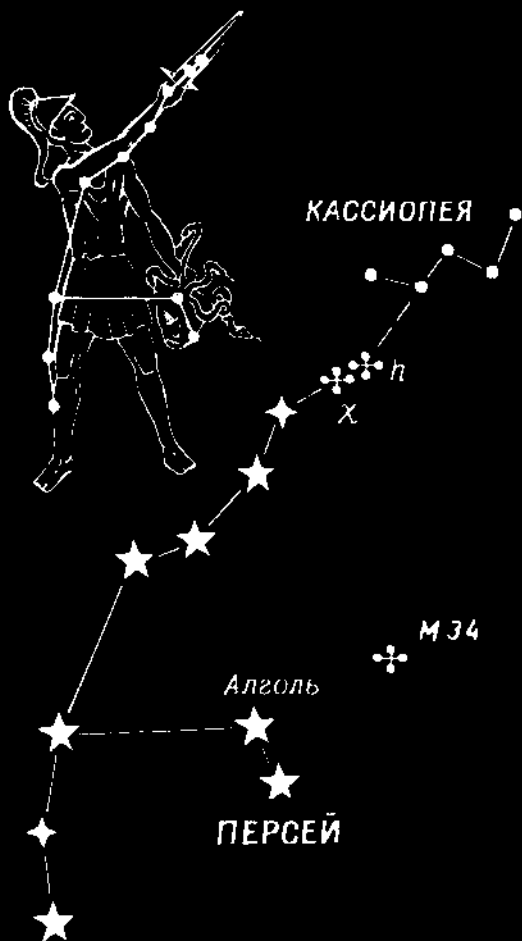
ЗИМНИЕ СОЗВЕЗДИЯ

Персей (карта VI, стр. 61)

В 23 часа это созвездие проходит через меридиан в ноябре и начале декабря. Оно состоит из многократно прерывающейся цепочки звезд преимущественно 2-й и 3-й величины. Вблизи этой цепочки находится более яркая, очень интересная звезда β (бета) Персея, Алголь. Мы найдем это лежащее в полосе Млечного Пути созвездие, если от левой части W — созвездия Кассиопеи — последуем влево вниз.

Уже при описании созвездия Кассиопеи шла речь о роли Персея в греческих мифах. В этой связи интересно вспомнить о месте, отводимом греками уже упоминавшейся звезде Алголь (по-арабски «эль-гуль» — дьявол). В ней греки видели отрубленную голову Медузы, которую носил с собой Персей. Победив в борьбе с Медузой, Персей взял с собой ее голову со змеями вместо волос из-за свойства ее глаз: кто встречал взгляд этих глаз, тотчас превращался в камень.

Алголь играет в астрономии ту же роль, что и звезда δ Цефея. Он является представителем другого класса переменных звезд, которым, как и ему, свойственны колебания блеска. Однако здесь причину переменности надо искать уже не в пульсациях поверхностных слоев звезды; в случае Алголя и подобных ему звезд мы имеем дело с упоминавшимися ранее затменными переменными звездами. Вокруг Алголя обращается более темный спутник с периодом 68 часов. В течение



десятичасового прохождения этого спутника перед центральной звездой (рис. 1 на стр. 20), имеющей обычно блеск $2^m,3$, ее звездная величина увеличивается на $1^m,2$. Все звезды, блеск которых периодически колеблется из-за такого же или аналогичного явления затмения, называют *звездами типа Алголя*. У самого Алголя эта переменность заметна даже для невооруженного глаза: в один вечер он еще ярок, в следующий — заметно слабее, а на третий снова сияет своим полным блеском.

Если вдоль персеевой цепочки звезд мы двинемся опять вверх к Кассиопее, то при достаточно темном небе заметим два слабых световых пятна над верхней звездой. Это два рассеянных звездных скопления η и χ (хи), два очень богатых звездами образования (полевой бинокль!), которые, по-видимому, представляют собой ядра *звездных ассоциаций*, то есть групп подобных друг другу и одновременно возникших звезд, как впервые предположил акад. В. А. Амбарцумян. В легенде им отводится роль меча Персея. Кроме этого «двойного» звездного скопления, можно при помощи полевого бинокля найти вблизи Алголя звездное скопление M 34¹.

Телец (карта VII, стр. 63)

проходит через меридиан в 23 часа в декабре. Звезды этого созвездия образуют контуры только передней части животного (быка) и его голову с рогами. Телец

¹ Об этом обозначении, встречаемом и на других картах в этой книге, см. стр. 66. — *Прим. ред.*



Крабовидная



туманность



ТЕЛЕЦ

Гиады



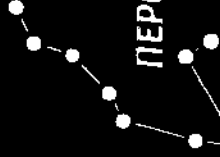
Альдебаран



Плеяды



ПЕРСЕЙ



VII

принадлежит к числу созвездий *Зодиака*; Солнце находится в нем в мае — июне. Это созвездие бросается в глаза, так как состоит из звезд 1—3-й звездной величины. Центром фигуры является *Альдебаран* — яркая ($1^m,0$) красная звезда. Из него расходятся две линии к верхушкам рогов. Рядом с *Альдебараном*, а также немного правее и вверх от него находим два красивейших рассеянных звездных скопления — *Гиады* и *Плеяды* (последние известны также под названием *Столжары*). Чтобы найти созвездие *Тельца* на небе, продолжим линию, соединяющую две верхние звезды «ковша» *Большой Медведицы*, далеко в сторону, противоположную «ручке», пока не увидим *Альдебаран*. Если мы уже знакомы с *Персеем*, то он существенно нам поможет: цепочка его звезд тянется от *Кассиопеи* к *Плеядам* — скоплению позади *Тельца*.

Согласно греческому мифу, созвездие *Тельца* изображает быка, в которого обратился *Зевс*, чтобы в таком виде похитить красавицу *Европу*. Затем он переплыл с ней через море на остров *Крит*. Созвездие и изображает не более чем торчащую над водой часть плывущего быка. Согласно другому представлению, *Альдебаран* — это налитый кровью глаз быка, нападающего на отважного охотника *Ориона*. Название *Альдебаран* (по-арабски «эль-дебаран» — следующий) указывает на быка, который при суточном движении по небу следует за *Плеядами*.

Значительно большее число различных преданий связано с *Плеядами*. О самом красивом из них здесь следует рассказать. Атлас,

царь богатой страны на северном побережье Африки, жил с семьей своими дочерьми в покое и мире, пока не появился в его царстве Персей с головой Медузы. Из страха за свои богатства Атлас отказал герою в гостеприимстве, но тот с помощью головы Медузы обратился к царю в Атласские горы. Из скорби о судьбе своего отца дочери убили себя и были взяты на небо за их любовь к отцу. В этом сказании находит свое объяснение и тот факт, что нормальный глаз в большинстве случаев видит шесть звезд вместо семи. Мeroпa, младшая дочь Атласа, единственная из сестер, любила смертного и потому спряталась стыдливо за своими сестрами.

Уже в полевой бинокль в Плеядах видно около 30 звезд, а все скопление состоит из 120 звезд, находящихся на расстоянии 400 световых лет. Различные наблюдения и расчеты показывают, что звезды плеяд движутся из центра скопления наружу, т. е. удаляются друг от друга. Звезды Гиад, напротив, имеют общее движение в одном направлении, удаляясь от нашей Солнечной системы.

Следующим примечательным объектом созвездия Тельца является так называемая *Крабовидная туманность*, которую можно найти при помощи телескопа недалеко от верхушки нижнего рога. Это — газовая туманность, относящаяся к числу так называемых планетарных туманностей¹. Волокнистой структуре с крабово-подобными очертаниями она обязана своим

¹ Здесь автором допущена опечатка. О ней сказано в примечании 2 на стр. 66. — *Прим. перев.*

названием¹. В каталоге туманностей и звездных скоплений, составленном Мессье, известным французским астрономом XVIII века, она имеет номер 1, поэтому на звездных картах ее обозначают «M1» (читается «Мессье 1». — *Ред.*). На месте Крабовидной туманности в 1054 г. за несколько дней возникла так называемая новая звезда с высоким блеском. От нее отделилась газовая оболочка, которая непрерывно расширяется. Внутри туманности находится горячая звезда, которая возбуждает свечение туманности². Крабовидная туманность является также мощным источником радиополучения, которое принимается земными радиотелескопами.

Возничий (карта VIII, стр. 67)

проходит через меридиан в 23 часа в конце декабря — начале января. В этом созвездии, главная звезда которого *Капелла* является одной из ярчайших звезд неба (около 0^m), всего пять ярких звезд. Находится оно тем же способом, что и Телец. Прямая линия, проведенная через две верхние звезды «ковша»

¹ На старых зарисовках двухсотлетней давности туманность по своей форме действительно напоминает краба. — *Прим. перев.*

² Такое возбуждение свечения туманности центральной звездой характерно для планетарных туманностей. Крабовидная же туманность образована веществом, выброшенным при вспышке, яркой новой — сверхновой — звезды и не нуждается в возбуждении излучением центральной звезды. О туманностях различных видов см. стр. 220 — 223. — *Прим. перев.*



Большой Медведицы и продолженная в сторону, противоположную «ручке», встречает еще до Тельца вторую по яркости звезду Возничего. Часто к созвездию Возничего относят и яркую звезду, представляющую конец верхнего рога Тельца.

В греческой мифологии форма созвездия получила самые разнообразные толкования. То в нем видели фигуру царя Эрихтония, который первым построил телегу, так как он вырос из Земли, подобно растению, и вместо ног имел змей; то фигуру Фаетона, сына бога Солнца, который однажды попытался проехать на солнечной колеснице. Из-за его неловкости возник пожар, в результате чего образовался Млечный Путь. Особую роль во всех преданиях играет ярчайшая звезда созвездия Капелла. Капелла — это коза, которая вскормила своим молоком отца богов Зевса и из благодарности была вознесена им позднее на небо.

Капелла — гигантская звезда, по некоторым свойствам подобная нашему Солнцу. Она удалена от нас на 45 световых лет. Эта яркая звезда являет собой пример двойной звезды, спутник которой (или второй компонент, как говорят астрономы) нельзя увидеть отдельно даже с помощью телескопа. И все-таки наука доказала, что эта система состоит из двух звезд, которые обращаются вокруг общего центра масс. Капелла относится к так называемым *спектральным двойным* звездам. Такое название этим звездам дал метод, при помощи которого была установлена их двойственность.

проходит через меридиан в 23 часа в конце декабря — начале января. Это, пожалуй, самое красивое из зимних созвездий имеет вид перетянутой трапеции. Уже при беглом осмотре неба созвездие бросается в глаза благодаря своей форме и блеску звезд (из самых ярких семь имеют звездную величину 1 и 2). От обеих «плечевых» звезд — *Бетельгейзе* (по-арабски «ibt-аль-джау-зу» — плечо Ориона) и *Беллатрикс* (по-латыни bellatrix — воинственная) — отрезки, очерчивающие контуры созвездия, ведут к талии «небесного охотника», образованной тремя расположенными по прямой звездами, так называемыми «звездами пояса». Нижняя часть фигуры дополняется двумя «звездами ног», из которых своим блеском и бело-голубым светом особенно выделяется правая — *Ригель* (по-арабски «ридждл» — нога). С пояса свисают так называемые «ножны» — ряд звезд, между которыми расположено слабое светящееся пятно. Это — знаменитая *туманность Ориона*.

Кто не найдет сразу это выделяющееся на небе созвездие, должен найти вначале Тельца, а затем провести прямую линию Плеяды, — Альдебаран, которая после своего продолжения укажет точно на звезду, расположенную между Бетельгейзе и Беллатрикс.

По древнеримскому преданию, Орион был отважным охотником, который в своем охотничьем азарте уничтожал не только хищников, но и всех зверей. Но вот вмешалась римская богиня охоты Диана. По ее воле Орион

был умерщвлен укусом Скорпиона, чем был положен конец его злоупотреблениям охотой. Но так как охотник сделал и много хорошего, уничтожая опасных зверей, он был вознесен на небо, где мог и дальше предаваться своей страсти охотника. На небе он борется с Тельцом (быком) или, как говорит греческая легенда, преследует Плеяд, дочерей Атласа. По-видимому, роль победителя и обеспечила Скорпиону его положение относительно Ориона: когда на юго-востоке восходит созвездие Скорпиона, в западной части неба Орион уже заходит.

Созвездие содержит целый ряд заслуживающих наблюдения объектов. Начнем с туманности Ориона. Это пример *газо-пылевой туманности*, в частности единственной, которую можно увидеть невооруженным глазом. Диаметр этой туманности — смеси газовой и пылевой материи (межзвездного вещества, как говорят астрономы) — составляет 100 световых лет, а расстояние до нее 1700 световых лет. По своим видимым размерам туманность близка к полной Луне. Подходящий телескоп позволяет разглядеть в туманности так называемую *Трапецию* — четырехкратную звездную систему. Эта группа звезд относится к уже упоминавшимся открытым Амбарцумяном звездным ассоциациям, состоящим из молодых звезд с высокой температурой. Немного ниже левой звезды пояса на фоне светящейся туманности выделяется *темная туманность Конская голова*. Такие туманности образованы межзвездной материей, которая в этом случае в противополож-



ТЕЛЕЦ

Бетельгейзе

Беллатрикс

ОРИОН

Туманность
Ориона

Ригель

IX

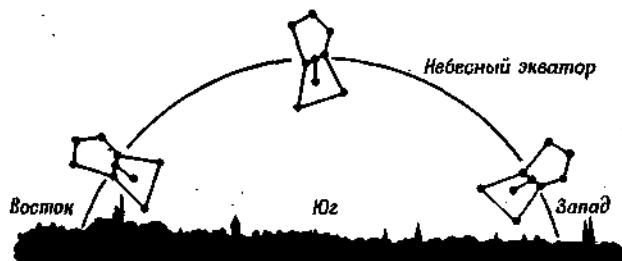


Рис. 17. Видимый путь Ориона по небу.

ность светящимся туманностям не освещается горячей звездой и поэтому не возбуждается к свечению.

Звезды пояса Ориона с достаточной точностью показывают положение и высоту небесного экватора над горизонтом наблюдателя; верхняя из трех звезд находится почти точно на экваторе, так что верхняя половина созвездия Ориона находится в северном, а нижняя — в южном полушарии. Если проследить путь Ориона от восхода до захода, то тем самым мы очертим воображаемую линию небесного экватора (рис. 17). Очевидно, что Орион восходит в точке востока и заходит в точке запада, так как именно в этих точках небесный экватор пересекает горизонт.

При внимательном рассмотрении можно заметить различия в цвете отдельных звезд созвездия. Особенно отчетливы они у пары красноватый Бетельгейзе — белый Ригель; звездные величины обоих около 0. В различии цветов звезд находит свое выражение различие температур их поверхностных слоев; например, у красноватых звезд, подобных



Рис. 18. Сравнение размеров Бетельгейзе и Солнечной системы.

Бетельгейзе, температура поверхности около 3000° , в то время как у белых звезд типа Ригеля она составляет около $20\,000^{\circ}$. В этой шкале цветов красноватый цвет соответствует самой низкой температуре звезд, затем при переходе к белому через желтый цвет (как у Солнца) температура возрастает примерно до 6000° , причем многочисленные промежуточные оттенки цветов допускают более точное определение температур.

Бетельгейзе — это гигантская звезда, которая по своим размерам относится к самым крупным из известных нам звезд. Солнце, представляющее собой газовый шар, в который вошло бы свыше миллиона таких шаров, как наша Земля, само по объему в 50 миллионов раз меньше Бетельгейзе! Диаметр этой звезды более чем в 400 раз превосходит диаметр Солнца. Масса же ее больше массы Солнца всего лишь в 35 раз. Это значит, что мы должны представлять себе Бетельгейзе в виде громадного шара с ничтожной плотно-

стью вещества, приблизительно в десять тысяч раз меньшей, чем плотность воздуха на поверхности Земли. Если представить модель Солнечной системы, помещенной внутри этой звезды, то длина внешней оболочки Бетельгейзе будет далеко превосходить размеры орбиты Марса (рис. 18).

Большой Пес (карта X, стр. 75)

проходит через меридиан в 23 часа в январе. Созвездие это примечательно, так как хотя оно и не содержит столь большого числа ярких звезд, как Орион, но зато включает ярчайшую звезду неба. Эта звезда — *Сириус* (по-гречески «сериос» — сверкающий) — в фигурном изображении созвездия расположена на месте шеи собаки. Поскольку созвездие из-за своего южного положения появляется очень низко над горизонтом, то его более слабые звезды плохо различимы. Легче всего найти созвездие, если исходить из положения Ориона. Для этого следует продолжить линию пояса Ориона влево, и она почти точно укажет на Сириус.

Согласно легенде, созвездие изображает одну из двух собак (см. также созвездие Малый Пес), сопровождавших Ориона на охоте. Сириус (или «Собачья звезда», как называли ее римляне), будучи ярчайшей звездой неба, всегда был, естественно, и предметом особого внимания. Его появление на утреннем небе в июле—августе возвещало наступление самого жаркого времени года — названных по имени созвездия «собачьих дней», как говорят

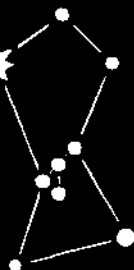


ОРИОН

МАЛЫЙ
ПЕС



Процион



Сиринус

БОЛЬШОЙ
ПЕС



М 41



«Зимний треугольник»

Х

еще и в наше время. Ежегодный восход Сириуса перед восходом Солнца служил для египтян сигналом к началу работ на оросительных каналах, так как вскоре после этого начинался разлив Нила.

Звездная величина Сириуса равна — $1^m,4$, т. е. он примерно в 4 раза ярче звезд величины 0^m , например Бетельгейзе, Ригеля или Капеллы. Он удален от нас лишь на 8,7 светового года и является, таким образом, одним из наших ближайших звездных соседей. Если бы Сириус оказался на месте Солнца, мы получали бы энергии в 20 раз больше (по сравнению с Солнцем); температура его поверхности составляет $11\,000^\circ$. Особенно заметное у этой звезды мерцание является не свойством самого света Сириуса, а лишь следствием турбулентных явлений в земной атмосфере, которые сильнее проявляются вблизи горизонта. Это неправильное светопреломление, обусловленное волнением воздуха, называют мерцанием.

Малый Пес (карта X, стр. 75)

проходит через меридиан в 23 часа в начале февраля. Это созвездие тоже содержит лишь одну яркую звезду — α , *Процион* (по-латыни *pro* — перед, по-гречески *kyon* — пес). Ее название указывает на то, что Процион восходит раньше Сириуса. К Проциону ведет продолженная влево линия, соединяющая две плечевые звезды Ориона.

При блеске $0^m,5$ Процион входит в число самых ярких звезд неба. Он удален от нас

ненамного больше, чем Сириус, — на 11 световых лет и имеет приблизительно такой же диаметр, как и Солнце. И Процион и Сириус — двойные звезды; вокруг них обращаются спутники, похожие по своему строению друг на друга. По величине диаметра они близки к Земле, но обладают значительно большей массой. Отсюда следует, что их вещество должно быть невообразимо большой плотности и находиться под громадным давлением. Один кубический сантиметр вещества обоих спутников на Земле весил бы от 100 до 400 кг!

Если соединить воображаемыми отрезками три ярчайшие звезды созвездий Орион, Большой Пес и Малый Пес, т. е. Бетельгейзе, Сириус и Процион, то получится почти равносторонний треугольник, через который слабо светящейся полосой тянется Млечный Путь. Благодаря своей яркости и гармоничному расположению звезд этот так называемый *зимний треугольник* выделяется на вечернем зимнем небе и значительно облегчает ориентацию.

Близнецы (карта VIII, стр. 67)

проходят через меридиан в 23 часа в течение января и начала февраля. Они завершают наш обзор зимних созвездий. Это созвездие относится к числу зодиакальных; в нем Солнце находится в июне—июле. Две его главные звезды называются *Кастор* и *Поллукс*, от которых направо к экватору тянутся два почти параллельных ряда звезд. Эти две

звезды — ярчайшие в созвездии: $1^m,6$ — Кастор и $1^m,2$ — Поллукс. Мы легко найдем Кастор, если соединим левую верхнюю и правую нижнюю звезды «ковша» Большой Медведицы прямой линией и продолжим ее вправо вниз. Если исходить из более близкого к Близнецам созвездия, то следует продолжить прямую линию, соединяющую Ригель и Бетельгейзе в Орионе, вверх, и она приведет к Поллуксу.

Согласно мифу древних греков, две главные звезды созвездия обозначают головы двух одноименных фигур, двух юношей, считавшихся сыновьями отца богов Зевса. Наряду с силой и мужеством им приписывали прежде всего чувство братской любви. Как символ этого единства, сияют они на зимнем небе; летом же они переходят на дневную половину суток, и греки думали, что они в это время года находятся в подземном мире.

Обе главные звезды представляют собой кратные системы. Третья звезда отходящей от Поллукса цепочки ζ (дзета) является одной из уже знакомых нам цефеид. Она периодически изменяет свой блеск из-за пульсаций. Полный цикл (период) изменения блеска от $3^m,7$ до $4^m,1$ занимает около десяти дней.

Другой представляющий интерес для наблюдения объект в созвездии Близнецов — это видимое даже невооруженным глазом звездное скопление M35, расположенное несколько выше последней звезды в цепочке Кастора (бинокль!). Оно удалено от нас на расстояние 3000 световых лет.

Общий вид звездного неба зимой (карта XI, стр. 81)

Посмотрим еще раз на зимние созвездия, на этот раз на их общую картину. От Кассиопеи к Плеядам тянется цепочкой Персей, приблизительно на той же высоте слева от него виден Возничий. Рядом, немного южнее, находим Близнецов (слева) и Тельца (справа), еще немного южнее, на экваторе, Малого Пса, а южнее середины отрезка Телец — Близнецы мы видим Орион. Еще дальше к югу, уже довольно низко над горизонтом, сияет Большой Пес.

Избранная здесь последовательность описания соответствует очередности кульминации этих созвездий. Можно, однако, рассматривать раньше Орион, а затем Персей, но тогда следует учитывать, что Орион еще не достиг точки кульминации и, наблюдая его, мы смотрим восточнее и ближе к горизонту.

Изображение общего вида неба включает также некоторые созвездия и отдельные звезды, о которых мы не говорили. Заяц, на которого охотится Орион, представляет собой неправильный четырехугольник из слабых звезд, расположенный под Орионом. Приблизительно от середины Ориона вправо тянется в виде цепочки слабых звезд северная часть созвездия *Эридана*, в южной, невидимой для нас части которого находится одна из ярчайших звезд неба — *Ахернар*. Эридан — это река, в которую упал Фавтон, несчастливый водитель колесницы Солнца (см. предание о созвездии Возничего), и до сих пор должна пылать в глубинах реки загоревшаяся колесница Солнца. Царю Язону во время его

полного приключений возвращения из Колхиды также пришлось преодолеть на этой реке ряд трудных препятствий.

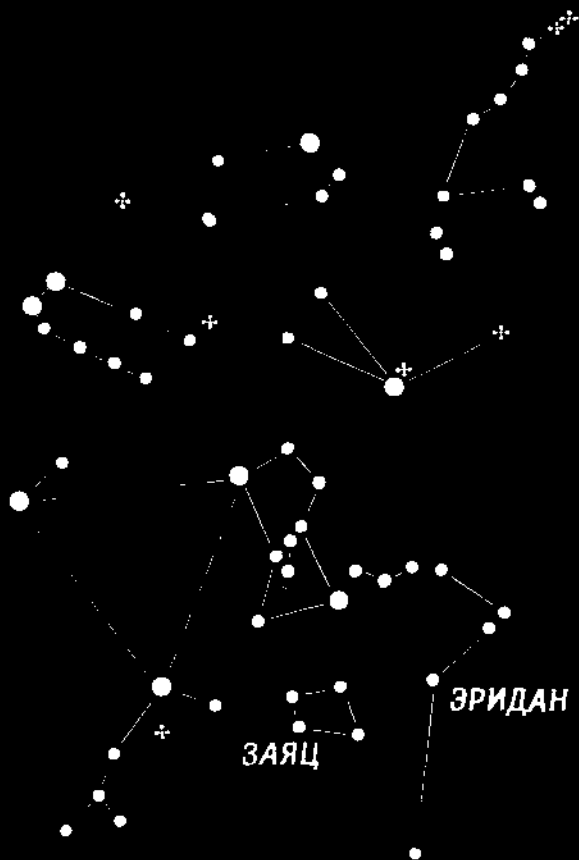
Весной эти зимние созвездия еще можно наблюдать, однако в вечерние часы они каждый раз видны все дальше на западе. Они уступают место другим созвездиям, которые определяют вид весеннего неба.

ВЕСЕННИЕ СОЗВЕЗДИЯ

Р а к (карта XII, стр. 83)

проходит через меридиан в 23 часа в феврале и в самом начале марта. Это одно из зодиакальных созвездий. Солнце проходит через него в течение июля и августа. Созвездие состоит лишь из очень слабых звезд яркости 4^m и 5^m, и чтобы его распознать, требуется точное знание его формы и положения звезд, а также темное, не освещенное Луной небо. Чтобы отыскать созвездие, соединим левую верхнюю и правую нижнюю звезды «ковша» Большой Медведицы и продолжим эту прямую вправо вниз; она приведет нас к звезде в созвездии Рака, рядом с которой можно различить слабое светящееся пятно — *Ясли*, красивое рассеянное звездное скопление. Для знающих зимние созвездия найти эту звезду еще проще: на линии Поллукс — Прочион строится (в левую сторону) равносторонний треугольник, причем вершиной его будет искомая звезда δ — самая яркая в созвездии.

С небесным Раком связаны самые различные предания. Некоторые из них признают



в нем животное, которое должно помешать Геркулесу убить Гидру — водяную змею (как Геркулеса, так и Гидру мы еще найдем на небе в виде созвездий). Другие приписывают Раку роль помощника Зевса, которого последний из благодарности взял на небо. С этими греческими легендами, правда, плохо согласуются названия соседних с упомянутым звездным скоплением звезд γ и δ — *Северный* и *Южный Осел*. Они лучше гармонируют с названием Ясли, а потому также встречаются часто. У египтян рак был священным животным, так как имел сходство со скарабеем¹.

Уже не раз упомянутые Ясли, подобно Плеядам, принадлежат к числу красивых групп звезд (насчитываемых в них сотнями), которые из-за их вида называют рассеянными звездными скоплениями. Так как самые яркие звезды Яслей имеют блеск 6^m, то при благоприятных условиях их можно разглядеть невооруженным глазом. Но уже хороший бинокль открывает взору великолепный многочисленный ансамбль звезд. Ясли имеют в диаметре 13 световых лет и находятся на расстоянии примерно 500 световых лет.

Л е в (карта XII, стр. 83)

проходит через меридиан в 23 часа весь март и в начале апреля. Он также входит в число зодиакальных созвездий; Солнце в нем находится в августе—сентябре; по срав-

¹ Скарабей — навозный жук, считавшийся священным в древнем Египте. — *Прим. перев.*

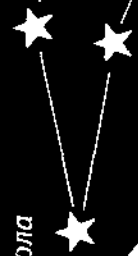
БОЛЬШАЯ МЕДВЕДИЦА



ЛЕВ

РАК

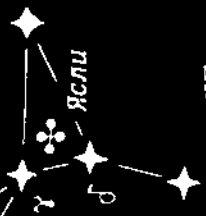
Денебола



Регул

ХП

Ясли



нению с созвездием Рака он выглядит значительно эффектнее благодаря относительно большому числу ярких звезд и впечатляющей форме. Это созвездие типично весеннее, так же как Орион — зимнее. Пятиугольник со своими ярчайшими звездами — α , называемой *Регулом* (по-латыни гех — царь), яркости $1^m,0$ и β , *Денеболой* (по-арабски «дзенеб-эль-азед» — хвост льва), — изображает тело льва. Над звездой γ (гамма) три звезды образуют дугу, похожую на голову льва. Чтобы найти это созвездие, находящееся на одной высоте с созвездием Рака, продолжают вниз ближнюю к «ручке» стенку «ковша» Большой Медведицы, и эта линия укажет на фигуру Льва. (Чтобы отличить созвездие от Малого Льва, будем называть его Большим Львом.)

В воображении греков созвездие олицетворяло льва, шкуру которого не могла пробить ни одна стрела; льва голыми руками задушил Геркулес. Египтяне связывали созвездие Льва с приближающимся жарким временем года, когда страна превращалась в выгоревшую пустыню — царство львов. Под его знаком, как считалось, должны были рождаться великие цари. Арабы рассматривали более обширное созвездие, в которое входило также и созвездие Рака. Если у них считались пастью Льва. Название Регул, т. е. «звезда царей», впервые ввел знаменитый астроном Коперник. Более древние арабские названия выражают то же самое. Регул расположен точно на эклиптике, поэтому раз в год (28 августа) он покрывается Солнцем.

Эта звезда находится от нас на расстоянии около 80 световых лет и обладает светимостью в 100 раз выше солнечной. Во Льве можно наблюдать очень красивую двойную звезду γ , уже упоминавшуюся выше, с блеском 2^m,6. В телескоп она видна как двойная звезда с резкими цветовыми различиями компонентов: один — золотисто-желтый, другой — зеленоватый.

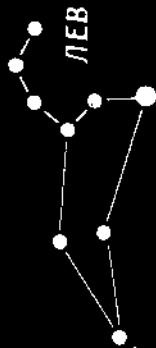
Рядом с Денебойлой находится многочисленная группа (около 400) небольших, подобных туманностям образований, но часть из них наблюдается только в светосильный телескоп. Построенные в нашем столетии инструменты обладают значительно большей светосилой, чем употреблявшиеся ранее, и позволяют, по крайней мере фотографически, детально исследовать эти туманности. Так, около сорока лет назад стало известно, что речь идет об объектах (находящихся, в частности, и в созвездии Льва), которые не являются туманностями в обычном смысле. Они не являются ни газовыми туманностями, какие мы наблюдаем в Млечном Пути (нашей Галактике), ни вообще галактическими туманностями, а представляют собой системы звезд (в созвездии Льва — спиральной формы) огромных размеров, таких же, как и наша Галактика. Эти объекты называют также *внегалактическими туманностями* или *внегалактическими системами*, так как они находятся далеко за пределами нашей Галактики. В созвездии Льва мы имеем дело со звездными системами, удаленными от нас на расстояние более 100 миллионов световых лет.

(по-латыни Нудга — водяная змея) проходит через меридиан в 23 часа с февраля по май. Это созвездие состоит из довольно слабых звезд. Начинаясь южнее Рака, оно простирается под Львом и еще дальше на юго-восток. Гидра охватывает на небе дугу в 90° , что соответствует четверти полного оборота Земли в течение суток. Единственная звезда, выделяющаяся из этой цепочки, — Альфард с блеском $2^m,0$, светимость которой превосходит солнечную в 200 раз. Своим названием эта звезда обязана тому, что она единственная яркая звезда среди других звезд созвездия, плохо видимых невооруженным глазом (по-арабски «аль фард» — единственный).

Гидра — одно из чудовищ, которых по поручению Зевса должен был победить Геракл в подтверждение своего мужества и силы. Когда в борьбе с девятиглавой Гидрой ему не удалось отсечь головы, так как они тотчас вырастали заново, он поджег находившийся рядом лес и горящими деревьями касался ран на месте отсеченных голов. Теперь они не появлялись вновь, и Геракл смог убить Гидру. Свои стрелы он окунул в ядовитую кровь змеи и превратил их таким образом в грозное оружие.

проходит через меридиан в 23 часа в конце апреля — в начале мая. Это тоже зодиакальное созвездие: Солнце проходит его в течение сентября—октября. В нем находится так

♍



ЛЕВ



Спица

ДЕВА

ГИДРА

Альфард

ХШ

называемая точка осеннего равноденствия — вторая точка пересечения эклиптики с небесным экватором, через которую проходит Солнце, двигаясь с севера на юг. Следовательно, когда осенью день по длительности равен ночи (23 сентября), Солнце находится в созвездии Девы.

Главная звезда этого созвездия Спика (по-латыни это слово означает «колос») выделяется среди группы менее ярких звезд. Три из них, образующие вместе со Спикой фигуру ромба, легко доступны невооруженному глазу, остальные уже слабее. Мы легко найдем созвездие, если в Большой Медведице соединим правую верхнюю звезду «ковша» с левой нижней и продолжим эту линию влево; она укажет на Спiku. Кроме того, Спика образует приблизительно равносторонний треугольник вместе с яркой звездой Арктур в созвездии Волопаса и Денеболой («хвостовой» звездой) во Льве.

Во всех сказаниях созвездие Девы рассматривалось как символ плодородия. Для греков она была одновременно богиней правосудия, находящееся рядом с ней созвездие Весов — символ равных прав — считалось принадлежащим ей. Когда-то в золотом веке, как тогда верили, богиня жила среди людей, но теперь она показывается лишь ночью среди звезд.

Спика отстоит от нас на расстоянии 190 световых лет и обладает светимостью в 800 раз выше солнечной. Правее и выше Спика можно наблюдать двойную звезду γ (одну из вершин упомянутого ромба), которая раз-

решается на два компонента (каждый яркости $3^m,7$) даже малыми телескопами (приблизительно 40-кратное увеличение). Уже более ста лет назад наблюдалось и было измерено движение этой физической двойной звезды. Расчеты показывают, что компоненты пары движутся по эллиптическим орбитам вокруг общего центра масс, совершая оборот за 178 лет.

В Деве тоже существуют группы спиральных галактик, среди них такие внегалактические системы, которые находятся в пространстве относительно близко к нам (33 миллиона световых лет). Радиоисточник в созвездии излучает радиоволны, которые исследуются на больших радиоастрономических станциях¹.

Волопас (карта XIV, стр. 91)

проходит через меридиан в 23 часа в мае. Это созвездие, которое имеет также другое название — *Медвежий Страж*, благодаря своим ярким звездам легко может быть найдено на небе. Его главная звезда *Арктур* (по-гречески «арктос» — медведь, «оурос» — сторож) с блеском 0^m принадлежит к ярчайшим звездам неба. Он изображает колено фигуры; севернее находятся две звезды, образующие бедра, а над ними — три звезды, символизирующие голову и руки. Вся фигура напоминает бумажного змея, которого запускают

¹ Одна из галактик созвездия Девы является весьма мощным источником космического радиоизлучения. О радиоастрономии см. стр. 252—256. — *Прим. перев.*

дети. Это созвездие, стоящее высоко над небесным экватором, мы найдем, продолжив влево дугу «ручки ковша» Большой Медведицы на величину, равную удвоенной длине «ручки». Вблизи определенной таким образом точки увидим Арктур. Дальнейшее продолжение дуги приведет к Спике в Деве.

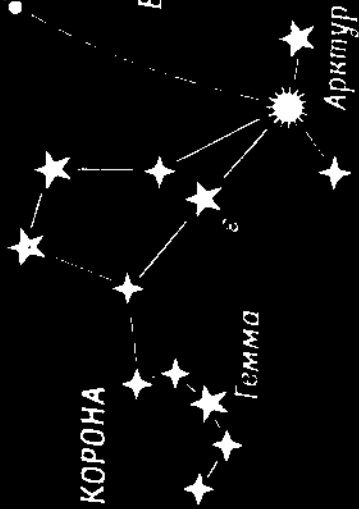
Название «Медвежий Страж», перенесенное с главной звезды на все созвездие, восходит к истолкованию этого созвездия в греческих сказаниях. В них Волопас рассматривается как Аркас, сын обращенной в медведицу нимфы Каллисто. Он должен, как это отражено на небе, следовать за медведицей, охраняя ее. Согласно другим легендам, его положение по отношению к созвездию Большой Медведицы говорит о том, что это сторож, который должен следить за тем, чтобы Медведица никогда не принимала морских освежающих ванн. В иных преданиях он даже охотится на медведицу, не зная, что это его заколдованная мать. В некоторых легендах в основу истолкования положен перевод названия созвездия, когда Волопас (по-гречески *Βούτης*, от слов «боос» — бык, «отэо» — я погоняю) считается погонщиком быков или волов. Этот погонщик быков, согласно преданию, изобрел плуг, так как он получил от своей матери, богини плодородия и земледелия, поручение возделывать поля. Семь ярких звезд Большой Медведицы изображают его волов, молотящих зерно, которых он беспрестанно водит вокруг полюса.

Арктур находится на расстоянии 40 световых лет и имеет светимость в 80 раз выше

БОЛЬШАЯ МЕДВЕДИЦА



ВОЛОПАС



КОРОНА

Гемма

Арктур

солнечной. Температура его поверхности ниже, чем у Солнца, и составляет лишь около 4000°. Поэтому его цвет не чисто желтый, а переходящий в красноватый. Слева и выше Арктика есть двойная «двухцветная» звезда ϵ (эпсилон), обозначающая правое бедро. При помощи телескопа можно убедиться, что ее более яркий компонент ($2^m, 7$) — желтый, а слабый ($5^m, 1$) — голубой.

Корона (карта XIV, стр. 91)

проходит через меридиан в 23 часа в начале июня. Созвездие расположено сразу же к востоку от Волопаса. Находясь приблизительно на той же высоте, оно имеет вид красивого, обращенного к северу открытого полукружья звезд, взаимное расположение которых представляет внушительную картину. *Корона* или *Северная Корона*, как ее часто называют в отличие от созвездия *Южной Короны*, расположенного в южном полушарии неба, содержит наиболее яркую звезду с блеском около 2^m — *Гемму* (по-латыни *gemma* — драгоценный камень). При поисках созвездия удобно исходить из положения звезды правого локтя Волопаса; как раз рядом с ней находится первая звезда открытой вверх полуокружности. К Короне, а точнее — именно к Гемме, ведет продолжение влево прямой линии, соединяющей правую нижнюю и левую верхнюю звезды «ковша» Большой Медведицы.

Эту Корону, как повествует греческая легенда, бог вина Дионис когда-то подарил царской дочери Ариадне. Корона должна была

утешить ее в ее страданиях в связи с неверностью Тесея. Тесей сражался со страшным чудовищем Минотавром в лабиринте — громадном дворце на Крите с множеством ходов. Он смог выбраться оттуда лишь благодаря длинной нити, сотканной для него Ариадной. Он назвал Ариадну своей невестой и взял ее с собой, но затем отослал назад на остров, где она и получила от Диониса корону. Тесей наказан: он забывает спустить черные паруса, которые для его отца были предвестием того, что его сын не выдержал поединка. С отчаяния царь Эгей бросается в море; с тех пор это море носит название Эгейского.

Гемма — очень горячая звезда со светимостью, равной 30-кратной светимости Солнца, удаленная на 70 световых лет. Она является двойной, однако со средним телескопом не разрешается на компоненты: это — *спектральная двойная звезда*¹.

В е с м (карта XV, стр. 95)

проходят через меридиан в 23 часа в мае, т. е. раньше Короны. Они не выделяются на небе из-за слабости своих звезд. Это следующее за Девой зодиакальное созвездие; Солнце проходит его в течение октября—ноября. Созвездие, состоящее, собственно говоря, из трех звезд блеска 3^m, висит низко над горизонтом. Его легко найти, соединив крайнюю

¹ Так называются двойные звезды, у которых наличие компонентов обнаруживается только при помощи так называемых спектроскопических методов. — *Прим. ред.*

звезду в «ручке» Большой Медведицы с Арктуром прямой линией и продолжив ее к югу: она укажет на среднюю из трех звезд Весов, левее вверх и левее вниз от которой мы находим обе звезды, образующие чаши весов.

Свое название созвездие могло получить благодаря тому, что в нем в период Вавилонского царства путь Солнца пересекал небесный экватор (теперь это происходит, как мы уже видели, в созвездии Девы). Одинаковая длина дня и ночи 23 сентября олицетворялась в представлении вавилонян двумя чашами весов. Греки связывали это созвездие с Девой. Как богине правосудия, ей подобает иметь рядом с собой весы.

Общий вид звездного неба весной (карта XV, стр. 95)

Мы перечислили основные весенние созвездия. Посмотрим еще раз, как они располагаются на небе: хоровод созвездий открывает Рак, рядом с ним на той же высоте — Лев, далее, ближе к экватору, расположена Дева. Под ними видна вытянутая Гидра. Высоко на небе рядом друг с другом находятся Волопас и Корона (последняя не изображена на этой карте); значительно ближе к горизонту мы найдем Весы. Однако на нашей общей картине неба кроме известных созвездий мы видим некоторые новые для нас, более мелкие. Как раз над Гидрой, к юго-западу от Девы, находятся два созвездия, состоящие из малого числа слабых звезд: *Ворон* и *Чаша*. Каждая фигура состоит из нескольких звезд, образующих четырехугольник, который в

МАЛЫЙ ЛЕВ

ВОЛОСЫ ВЕРОНИКИ

ВЕСЫ

M 104

ЧАША

ВОРОН

ГИДРА

ЦЕНТАВР

XV

Весенние созвездия

Вороне несколько ярче: блеск его звезд около 3^m. Предание связывает его с Гидрой, о которой нам уже известно другое толкование. Однажды Аполлон поручил Ворону принести ему чашу воды. Ворон, не выполнивший этого поручения, пытался оправдаться тем, что многоглавая водяная змея не позволила ему зачерпнуть воды. Аполлон разгадал отговорку и поместил Ворона вместе со змеей и чашей на небе, но так, что Ворон все время должен ходить за Чашей, не имея возможности напиться из нее.

При ясном небе южнее Гидры можно увидеть еще несколько звезд. Они относятся к созвездию *Центавра*, которое в наших широтах видно лишь частично. Его самая яркая звезда α , которая у нас не появляется над горизонтом, является ближайшей к нашей солнечной системе звездой. Расстояние до нее около 4,3 светового года, и после Сириуса и *Канопуса*¹ это третья по яркости звезда на всем небе. Кентавром² в греческой мифологии называлось существо, верхняя часть тела у которого была подобна человеческой, а нижняя — как у лошади. Название этого созвездия связано с кентавром Хироном — мудрым учителем героя Ахилла.

Расположенное выше Большого Льва созвездие *Малого Льва* получило свое название

¹ Канопус — главная звезда южного созвездия Киля. По яркости ($-0^m,9$) уступает только Сириусу. — *Прим. ред.*

² Кентавр — греческое, а Центавр — латинское произношение одного и того же названия. — *Прим. ред.*

уже позднее. Название созвездия *Волосы Вероники* (латинское его название — *Кóма*), находящегося к востоку от Большого Льва, происходит не из народных преданий, а возникло иным путем. Вероника, супруга египетского царя, принесла в жертву свои прекрасные волосы с тем, чтобы они принесли удачу царю в его военном походе. Когда на следующий день волосы исчезли из храма, царские астрологи указали на группу звезд на небе, которая якобы и представляла собой волосы Вероники. Боги взяли их туда, чтобы спасти от уничтожения. Созвездие состоит из одних только слабых звезд.

Во время весенних наблюдений в восточной части неба можно заметить постепенно появляющиеся новые созвездия. Они предвещают нам лето и украшают летнее небо. Время наблюдений смещается теперь ближе к полуночи, так как небо становится уже не совсем темным, особенно на севере.

ЛЕТНИЕ СОЗВЕЗДИЯ

Геркулес (карта XVI, стр. 99)

проходит через меридиан в 23 часа в конце июня — в начале июля. Это созвездие занимает со своими звездами 3-й величины и слабее относительно большую область неба. Поэтому, чтобы найти его среди окружающих звезд, нужно хорошо представлять себе его форму и положение. Более яркие звезды образуют четырехугольник, от углов которого лучеобразные линии ведут к другим звездам

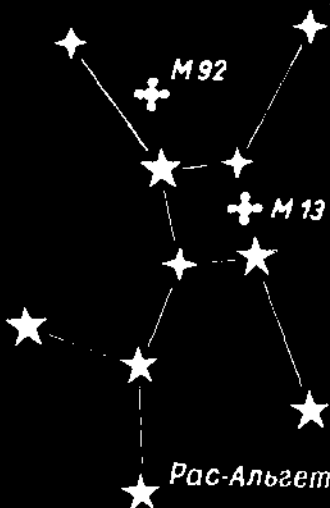
созвездия. На левом нижнем луче лежит главная звезда α Геркулеса, *Рас-Альгети* (по-арабски «рас-эль-джети» — голова колена-преклоненного). Созвездие легко находится соединением правой нижней и левой верхней звезд «ковша» Большой Медведицы и продолжением этой линии по направлению вверх от «ковша». Она пройдет через правую верхнюю звезду четырехугольника Геркулеса. Кроме того, линия, проведенная от Полярной звезды через голову Дракона, будучи продолженной, приведет к другой верхней звезде четырехугольника. Кто знаком с Волопасом и Северной Коронай, может найти созвездие, соединив прямой линией Арктур в Волопасе с Геммой в Короне; она пройдет через правую верхнюю звезду четырехугольника Геркулеса.

Название Геркулес (Геракл) еще и в настоящее время употребляется в применении к необыкновенно сильному человеку. Уже в колыбели он показал первые признаки своей чудовищной силы: проснувшись однажды от того, что две страшные змеи обвилились вокруг его шеи, чтобы умертвить его, Геркулес взял каждой рукой змею и задушил обеих. Когда он вырос, Зевс послал его выполнить двенадцать труднейших заданий. Он вышел победителем в борьбе с водяной змеей (созвездие Гидры), быком, драконом, львом (см. эти созвездия) и другими чудовищами. Образ Геракла толкуется также как страдающий. Это связано с его трагическим концом. Супруга послала ему одежду, пропитанную ядовитой кровью кентавра, одного из тех

БОЛЬШАЯ
МЕДВЕДИЦА



ГЕРКУЛЕС



КОРОНА

Рас-Альгети α

XVI

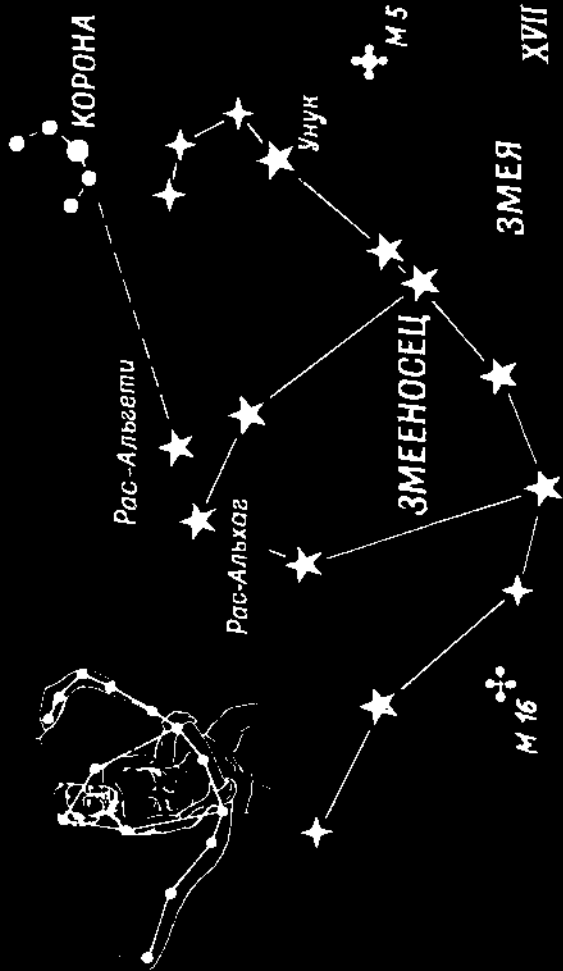
сказочных чудовищ, которые были полулошадьми-полулюдьми. Такая одежда должна была обеспечить ей верность супруга. Когда Геракл облачился в эти одежды, яд начал действовать, вызывая ужасные боли. Он попытался быстро сбросить с себя это платье, но боли не прекратились. Наконец, чтобы освободиться от них, он пожелал быть сожженным на костре. Но по воле Зевса он был на облаке вынесен из огня и помещен на Олимпе.

В Рас-Альгети мы опять имеем дело со сверхгигантом, который по диаметру превосходит наше Солнце в 800 раз. Если поместить Солнце в центр этой звезды, то наружный слой гиганта выходил бы далеко за пределы орбиты Юпитера. Это переменная звезда, блеск которой колеблется между $3^m,1$ и $3^m,9$.

Приблизительно посредине между двумя правыми звездами четырехугольника расположен небесный объект, который следует причислить к числу самых красивых и интересных. Это М 13 — крупное шаровое звездное скопление. В противоположность рассеянным звездным скоплениям такие объекты, как М 13, обнаруживают явную концентрацию звезд к центру. Правда, в бинокль мы увидим это шаровое скопление лишь как светящееся пятно, однако на фотографиях, полученных с помощью больших телескопов, периферийные участки скопления разрешаются на отдельные звезды. Число содержащихся в М 13 звезд составляет примерно полмиллиона. Диаметр скопления равен 160 световым годам, а расстояние до него — 34 000 световых лет.

проходят через меридиан в 23 часа в течение июня и части июля. Их следует рассматривать вместе, хотя, вообще говоря, речь идет о трех созвездиях: голова Змеи, хвост ее и Змееносец, или *Офиу́х* (по-арабски «офио» — змея, «эхо» — я несу). Однако на небе они так тесно связаны друг с другом, что их трудно разделить. Летняя Змея, называемая так с целью отличить ее от Гидры — весенней Змеи, протянулась по небу в виде длинного ряда звезд; приблизительно в середине она поддерживается сильно вытянутым звездным пятиугольником. Созвездие берет начало немного южнее Северной Короны, там находится также и его самая яркая звезда α , *Унук* (по-арабски «нук» — шея). Затем Змея тянется под Геркулесом (здесь мы найдем звезды Змееносца) далее на восток. Яркая звезда в вершине пятиугольника, Змееносца, носит название *Рас-Альхаг* (по-арабски «рас-аль-хагу» — голова Змееносца). Ее блеск, как и *Унука*, равен 2^m . Эта звезда находится к юго-востоку от Рас-Альгети, головы Геркулеса. Таким образом, обе фигуры обращены друг к другу головами, а ноги Геркулеса направлены к полюсу.

В представлениях древних греков Змееносец олицетворял великого врача Асклепия (Эскулапа), получившего от змеи траву, с помощью которой он даже мертвым мог вернуть жизнь. Зевс поразил врача насмерть ударом молнии, так как опасался, что Эскулап может всех людей предохранить от смер-



ти. Обвившая жезл змея и поныне является символом врачебного искусства (жезл Эскулапа).

У других народов Змееносец — это человек, укрощающий змею. Соседство Рас-Альхага и Рас-Альгети привело к тому, что у арабов обе звезды рассматриваются вместе как пастух со своей собакой.

Млечный Путь, который боковым рукавом вдаётся в северную часть созвездия, в этой своей части особенно богат светлыми и темными туманностями. Эти темные туманности состоят из газа и пыли, которые не облучаются светом достаточно близких звезд, и потому свечение их («холодное свечение») не возбуждается. Они вызывают обманчивое впечатление отсутствия звезд в этих частях Млечного Пути. В Змееносце темные туманности, находящиеся от нас на расстояниях около 800 световых лет, закрывают расположенные за ними звезды нашей Галактики.

Видимый путь Солнца проходит также и через это созвездие, но оно не входит в число зодиакальных.

Скорпион (карта XVIII, стр. 105)

проходит через меридиан в 23 часа в течение июня и начала июля. Он — часть «круга Зодиака»; Солнце находится в нем в конце ноября. Хорошо видимую у нас часть созвездия можно сравнить с веером («небесный веер»); «хвост» Скорпиона в наших широтах можно видеть лишь в благоприятных условиях видимости, так как созвездие стоит низко

над горизонтом. Найти его проще всего, если продолжить вниз обе боковые стороны четырехугольника Геркулеса. Они встретятся в точке, где находится главная звезда Скорпиона — *Антарес*; правее Антареса виден «вер», а внизу — звезды, обозначающие хвост.

Созвездие олицетворяет животное, посланное богиней охоты Артемидой с поручением умертвить охотника Ориона. До сих пор Скорпион преследует на небе Ориона, никогда не достигая его: как только Орион исчезает с вечернего неба, Скорпион восходит на юго-востоке.

Самая яркая звезда созвездия α , Антарес (по-гречески «анти» — против, «Арес» — бог войны). От Марса, бога войны у древних римлян, произошло название красной планеты, Антарес же, т. е. Анти-Марс, — его «противник» среди звезд. Он относится к звездам 1-й величины и представляет собой сверхгигант, как Бетельгейзе в Орионе и Рас-Альгети в Геркулесе. Его диаметр в 330, а светимость в 1900 раз больше солнечных. Красноватый цвет звезды говорит нам о том, что его поверхностная температура ниже солнечной, она составляет лишь 3300° . Если другие звезды Скорпиона и не обладают такой светимостью, как Антарес, то большинство из них являются все-таки также сверхгигантами.

Стрелец (карта XVIII, стр. 105)

проходит через меридиан в 23 часа в июле. Он представляет собой одно из таких созвездий, в расположении относительно слабых

т

от Геркулеса

Антарес

СКОРПИОН

XVIII

СТРЕЛЕЦ

M 20

M 8

M 22

6723



звезд которых трудно увидеть определенную фигуру. Стрелец принадлежит к созвездиям Зодиака; Солнце находится в нем в декабре — январе, т. е. около зимнего солнцестояния. В этом созвездии Солнце достигает самой южной точки своего видимого на небе пути; начиная с этого момента, оно поднимается к северу, и это сопровождается удлинением дня. Кроме двух звезд с блеском 2^m к более ярким звездам созвездия относятся также несколько звезд с блеском 3^m. Стрелец примыкает к звездной цепочке Скорпиона с востока и находится также низко над горизонтом. Приземный слой пыли и тот факт, что мы почти никогда не видим горизонт совершенно свободным, лишь иногда позволяют разглядеть все звезды этого созвездия. Диагональ, соединяющая правую верхнюю с левой нижней звездой четырехугольника Геркулеса и продолженная к югу, приведет к самой яркой звезде Стрельца.

Греки отождествляли созвездие Стрельца с фигурой натягивающего лук кентавра. Другие толкования созвездия связывали его с созвездием Скорпиона, и общая фигура олицетворяла гигантского скорпиона; это сказочное существо имело тело животного с жалящим хвостом и туловище стрелка из лука, иногда с головой дракона.

В Стрельце особенно ярко проявляется богатство Млечного Пути, хотя его сияние местами затеняется темными облаками. Оказалось, что в направлении Стрельца на расстоянии 27 000 световых лет находится центр нашего Млечного Пути.

так же как и Стрелец, проходит через меридиан в 23 часа в июле. Она образует вместе с Лебедем и Орлом основные летние созвездия. Эти три созвездия так же характерны для летнего неба, как Орион для зимнего и Лев для весеннего.

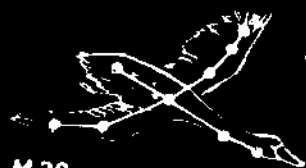
Ли́ра — созвездие, занимающее малый участок неба, но бросающееся в глаза благодаря высокой яркости главной своей звезды. В противоположность описанным в последних разделах созвездиям оно всегда находится высоко. Оно настолько близко к полюсу, что почти достигает круга околополярных звезд. Этим объясняется то, что его ярчайшую звезду *Вега* мы видим на небе почти круглый год: двигаясь с северо-востока к северо-западу, летом она сияет около зенита. Другие, значительно более слабые звезды созвездия образуют небольшой параллелограмм левее и ниже Веги. Последняя находится следующим образом: соединяем *Мицар* (среднюю звезду «ручки ковш» Большой Медведицы) с Полярной звездой и строим на этом основании почти равнобедренный треугольник; его вершина попадает на Вега.

Греки видели в Лире инструмент знаменитого певца Орфея, к которому мы еще вернемся при описании созвездия Лебеда.

Первоначально созвездие представлялось фигурой черепахи, которая, согласно преданию, послужила поводом к созданию первой лиры. Посланник богов Гермес нашел ее на берегу Нила, где она обсыхала после окон-

чания наводнения. Когда он коснулся ее высохших сухожилий, раздались прекрасные звуки. По природной модели он изготовил первую лиру, которую получил Орфей. Все это не имеет отношения к названию главной звезды. Название Вега (по арабски «ваки» — падающий) указывает на падающего орла, который со сложенными крыльями бросается на свою добычу.

Вега, будучи звездой с блеском 0^m , является тем самым ярчайшей в северном небесном полушарии (еще более яркий Сириус расположен южнее небесного экватора, т. е. принадлежит южному полушарию). Вега — белая звезда с очень высокой температурой поверхности ($11\,900^\circ$). Она удалена от нас лишь на 28 световых лет и имеет диаметр в 4 раза больше солнечного. Левее и выше Веги находится слабая звезда ϵ (эпсилон), которую люди с острым зрением различают как двойную. При наблюдении в бинокль оказывается, что каждая из этих двух звезд в свою очередь тоже разрешается на два компонента. Обе звездные пары представляют собой связанные между собой звезды, то есть физические двойные звезды. Правая нижняя звезда четырехугольника β является переменной, ее блеск изменяется между $3^m,4$ и $4^m,3$. Причина изменения блеска связана в данном случае со второй звездой, обращающейся вокруг главной. Когда она подходит к главной достаточно близко, свет обеих звезд сливается для наблюдателя и переменная звезда (собственно говоря, двойная звезда) кажется более яркой. Переменные звезды,



ЛЕБЕДЬ

М 39



Денеб

х



ЛИРА

Вега

ε

β

γ
Кольцевая
туманность

Альтаир

М 11



ОРЕЛ

XIX

«Летний треугольник»



подобные этой звезде созвездия Лиры, называют звездами типа β Лиры.

Со средним биноклем между двумя нижними звездами прямоугольника β и γ можно различить слабое светлое пятнышко. Это известная планетарная туманность, которая из-за своей формы названа «кольцевой туманностью». Название «планетарная туманность» для этой разновидности межзвездной светящейся материи указывает на замкнутую, подобную планетам поверхность¹. В противоположность им существуют туманности, имеющие неправильную форму, или так называемые диффузные туманности.

Лебедь (карта XIX, стр. 109)

проходит через меридиан в 23 часа в июле и августе. Созвездие находится примерно на одной высоте с Лирой. Но его четко очерченная фигура значительно протяженнее. Главная звезда α , *Денеб* (по-арабски «дзенеб» — лебедь, сравни Денебола во Льве), по своему блеску (1^m , 3) уступает Веге. От этой звезды почти прямая линия ведет к югу к менее яркой звезде β , *Альбирео* (3^m , 1), представляющей голову Лебедя. Эта длинная линия вблизи средней звезды γ пересекается почти под прямым углом другой, которая придает созвездию вид креста. Поэтому говорят иногда о *Северном Кресте* в противоположность

¹ Автор здесь имеет в виду чисто внешнее сходство формы таких туманностей с видимыми в телескоп дисками далеких планет — Урана и Нептуна. — *Прим. ред.*

известному, невидимому у нас Южному Кресту. В Лебеде Млечный Путь разделяется на два рукава, которые далее к югу вновь объединяются в один. Чтобы не ошибиться при поисках Лебеда на небе, можно руководствоваться следующим правилом: от четырехугольника Геркулеса прямая линия через Вегу ведет на Денеб; на Денеб указывает также линия, проведенная от правой верхней звезды Большой Медведицы через самую яркую звезду Малой Медведицы и далее.

Греческие предания сообщают следующее об увековеченном в этом созвездии певце: Орфей мог приманивать своим чудесным пением под аккомпанемент лиры (см. это созвездие) даже диких зверей; все бывали очарованы этими звуками. Ему удалось так растрогать царицу царства мертвых, что она обещала ему вернуть в число живых его умершую супругу. При этом было поставлено условие, чтобы он не оборачивался посмотреть на нее, когда она последует за ним в мир живых. Но Орфей один раз обернулся, чтобы убедиться, действительно ли его жена тоже здесь. Тут она навсегда исчезла в преисподней. Орфей же за его супружескую верность и искусство пения вместе с лирой был обращен в фигуру Лебеда на небе.

Денеб является гигантской звездой, он излучает энергии в 10 000 раз больше Солнца и находится на расстоянии 600 световых лет. Альбирео (β Лебеда) представляет собой красивую двухцветную двойную звезду. Уже сильный бинокль позволяет различить один голубой и другой красно-желтый компоненты.

В случае Альбироэ речь идет об оптической двойной звезде, компоненты которой для нас видны на близком угловом расстоянии, но фактически находятся далеко друг от друга в пространстве¹.

В Млечном Пути, который как бы раздваивается в Лебеде, вблизи Денеба обнаруживается недостаток звезд. Здесь на расстоянии 2000 световых лет перед фоном звезд расположено огромное облако темной межзвездной пыли, которое называют *Северным Угольным Мешком*. Совсем рядом с Денебом с помощью светосильного бинокля можно наблюдать известную, но слабо светящуюся туманность *Северная Америка*, получившую свое название благодаря заметному сходству с очертаниями этого континента.

В Лебеде находятся несколько источников радиоизлучения, в том числе один из самых мощных на небе. Радиоастрономические станции на Земле улавливают их длинноволновые сигналы и измеряют характеристики этих «слышимых посланцев» Вселенной.

О р е л (карта XIX, стр. 109)

проходит через меридиан в 23 часа в июле и августе. Это последнее из летних созвездий. Оно не уступает Лебедю по великолепию своих очертаний. Его главная звезда α , *Альтаир*, символизирует голову птицы; название

¹ Автор допускает ошибку. Альбироэ — пара физическая, хотя расстояние между ее компонентами и период обращения вокруг общего центра тяжести весьма велики. — *Прим. ред.*

звезды происходит от арабского толкования созвездия как летящего орла (по-арабски «эль-таир» — летящий). Согласно ему же, ряд звезд означают оба крыла и тело орла. Простейший путь отыскания созвездия — соединить Денеб в Лебеде с Вегой в Лире линией и на ней как на основании построить равносторонний треугольник; в обращенной к горизонту вершине находится Альтаир.

Эту фигуру, составленную из трех ярких звезд, называют *летним треугольником*. Он настолько явно господствует на летнем небе, что после некоторой тренировки его очень легко увидеть и ориентироваться в дальнейшем относительно него.

В греческой мифологии Орел играет роль божественной птицы — посланца отца богов Зевса. Его связывают с Прометеем. Прометей достал людям с неба огонь. Зевс был разгневан самовольными действиями Прометея, который ради людей обманул богов. Он велел в качестве наказания приковать Прометея к скале. Каждый день там появлялся орел и клевал печень пленника, которая заживала вновь, — постоянный источник нескончаемых мук. Но явился Геркулес, поразил орла стрелой из лука и освободил Прометея.

Альтаир, звезда 1-й величины, по своим размерам близок к Солнцу и находится на расстоянии около 15 световых лет. Таким образом, как и Вега, он является одним из наших соседей в мировом пространстве. В юго-западной части Орла легко с помощью бинокля увидеть яркое рассеянное звездное скопление М 11, которое удалено от нас

почти на 4000 световых лет. Орел также находится в области Млечного Пути, где в бинокль видны яркие звездные облака.

Общий вид звездного неба летом (карта XX, стр. 115)

Проследим еще раз летние созвездия. Первым высоко на небе поднимается Геркулес, под ним Змееносец и Змея, ниже простирается Скорпион. За ним на востоке следует Стрелец. Двигаясь выше, мы видим созвездия Орла, Лебеда и Лиры, ярчайшие звезды которых образуют летний треугольник. На карте XX появились дополнительно два малых созвездия.

Дельфин подобен параллелограмму, как и *Цефей*, но меньше его по размерам. Фигура этого созвездия, состоящая из звезд 3-й и 4-й величины, лежит в том направлении, куда указывает тело Орла. Греки приписывали ему роль спасителя великого певца. Орфей, находясь на корабле, попал в опасность: завистливая команда собиралась убить его, чтобы завладеть его богатством. Но чудесное пение Орфея привлекло дельфинов, которые доставили певца с корабля на землю.

Стрела также состоит из слабых звезд, она расположена точно к северу от *Альтаира*, т. е. в направлении к *Лебедю*. Ее близкое к Орлу положение также обосновано в предании. Это созвездие изображает стрелу, которой когда-то Геркулес убил Орла, чтобы освободить Прометея.

Непосредственно севернее *Дельфина* и *Стрелы* находится одна из знаменитых плане-



тарных туманностей, которая принадлежит к числу самых больших и ярких. В бинокль она видна уже как диск. Она располагается ровно на 4° севернее красноватой звезды у Стрелы. По своей форме, видимой в телескоп, туманность названа Гантелью (М 27).

Летние созвездия прошли мимо нас, от месяца к месяцу мы наблюдали их постепенное исчезновение в западной части неба. Зато в последующие месяцы новые небесные фигуры достигают высшей точки своего пути — это осенние созвездия.

ОСЕННИЕ СОЗВЕЗДИЯ

Козерог (карта XXI, стр. 117)

проходит через меридиан в 23 часа в течение августа и начала сентября. Он относится к числу зодиакальных созвездий. Солнце находится в нем в период января — февраля. Созвездие не выглядит эффектным, оно представляет собой цепь слабых звезд, на концах которой размещены две более яркие (около 2-й величины). От этих угловых звезд два ряда более слабых звезд ведут наискось вниз, где сходятся в вершине треугольника. Если левое крыло Орла продолжить вниз, то мы увидим правую из двух более ярких звезд Козерога.

Представление о Козероге как о существе, которое является наполовину козлом, наполовину рыбой, восходит к древнейшим временам. Рыбий хвост берет начало от названия созвездия в древнем Египте.



ОВЕН

M 31

АНДРОМЕДА

M 33

РЫБЫ

α



ВОДОЛЕЙ

M 2

β



XXI

7293

M 30

КОЗЕРОГ



Немного ниже левой угловой звезды в телескоп видно шаровое звездное скопление М 30, удаленное на 50 000 световых лет.

Водолей (карта XXI, стр. 117)

проходит через меридиан в 23 часа в сентябре. Он также является зодиакальным созвездием. В нем Солнце бывает в феврале — марте. Фигура этого созвездия, как и Козерога, состоит преимущественно из слабых звезд 3-й и 4-й величины. Три самые яркие звезды образуют как бы скобку. Созвездие легко найти на продолжении линии Кассиопея — шея Пегаса.

Название «Водолей», данное этой группе звезд, связано с той ролью, которую она играла в определении сроков оросительных работ египетских крестьян на Ниле. В нескольких градусах к северу от западной из наиболее ярких звезд созвездия β при помощи малого бинокля можно найти шарообразное звездное скопление М 2, удаленное от нас приблизительно на 45 000 световых лет.

Пегас (карта XXII, стр. 119)

проходит через меридиан в 23 часа в течение сентября и начала октября. Наряду с Андромедой он является одним из господствующих на осеннем небе созвездий. Обе фигуры настолько тесно связаны одна с другой, что вместе подобны по форме Большой Медведице, за что их иногда называют «ковш-ги-

Полярная звезда



КАССИОПЕЯ

205



γ



M31

M33

Туманность Андромеды M31

АНДРОМЕДА β

M33



α

ПЕГАС

M15



XXII



гант. Правая угловая звезда Андромеды — и причисляется при этом к Пегасу, так что и в самом Пегасе образуется еще один «ковш»: ведь направо созвездие продолжается цепочкой звезд, опять-таки подобной «ручке». Перечисленными звездами созвездие представлено лишь наполовину. Ряд звезд, названный «ручкой», образует голову и шею коня. К Пегасу приводит линия, проведенная от передней стенки «ковша» Большой Медведицы через Полярную звезду к двум правым звездам созвездия.

Пегас — в греческой мифологии крылатый конь; на нем поэт поднялся к высотам благородных мыслей, с ним связано его творчество. Произошло это так: поэт-певец встретил во время своих странствий по разным странам крестьянина, который впряг в свой плуг вместе с волами крылатого коня. Крестьянину продал его один нищенствующий поэт. Но конь вырвался, путник вскочил на него, и Пегас вместе с поэтом-певцом вознесся на небо.

Звезды созвездия имеют блеск 3—4^m; однако правая нижняя звезда «ковша», названная *Маркаб* (по-арабски «мерхеб» — седло), — ярче их (2^m,5). Ее отделяют от нас 100 световых лет, по размерам она вдвое больше Солнца, а по светимости в 60 раз.

А н д р о м е д а (карта XXII, стр. 119)

проходит через меридиан в 23 часа в течение октября и начала ноября. Она образует «ручкообразное» дополнение Пегаса до уже

упомянутого «ковша-гиганта». Сама фигура созвездия состоит из вытянутой цепочки трех ярких и одной более слабой звезды с блеском около 2—3^m. Прямая, проведенная от Полярной через среднюю звезду Кассиопеи, приводит к средней звезде β Андромеды.

Андромеда — дочь эфиопского царя, которую должны были принести в жертву морскому чудовищу, но в последний момент она была спасена Персеем (см. «Кассиопея»).

Самая яркая звезда α Андромеды — *Альферац* — часто причисляется к Пегасу; эта звезда 2-й величины находится на расстоянии 120 световых лет. Самая левая яркая звезда γ Андромеды — *Аламак* — уже в малый телескоп видна как красивая двойная (2^m,3 и 5^m,1); из двух ее компонентов один голубой, другой — желтый. Вторая слева звезда β также является прекрасной двойной. Уже в бинокль можно видеть далеко отстоящие друг от друга компоненты этой пары (5^m,8 и 6^m,0).

Однако самый примечательный объект для наблюдений в этом созвездии — *туманность Андромеды*. Несколько выше только что названной звезды β Андромеды находится другая, а примерно на таком же расстоянии — третья, еще более слабая звезда. Непосредственно правее и выше этой звезды светится туманность Андромеды, видимая как бледное пятнышко. Это наиболее удаленный из объектов (2,7 миллиона световых лет), которые мы еще видим невооруженным глазом. Здесь в отличие от всех предыдущих случаев мы имеем дело уже не с облаком

межзвездного вещества. Своим названием «туманность» объект обязан только своему внешнему виду и притом для невооруженного глаза. Астрономам прошлых столетий из-за примитивности их инструментов не удалось выяснить действительную природу этой туманности. Сегодня мы знаем, что туманность Андромеды представляет собой грандиозную звездную систему, бóльшую чем наш Млечный Путь. Здесь мы видим вторую звездную систему, насчитывающую многие миллиарды звезд, сконцентрированных, подобно Млечному Пути, в спиральные ветви вокруг ядра. Для наблюдателя, находящегося в туманности Андромеды, наш Млечный Путь выглядел бы так же, как туманность Андромеды в наши телескопы. Таких спиральных туманностей, как их называют из-за их структуры, во Вселенной существует много миллионов. Самые близкие и яркие звездные системы — *Магеллановы Облака* — видны из южного полушария. Это так называемые неправильные галактики¹.

Рыбы (карта XXI, стр. 117)

проходят через меридиан в 23 часа в октябре и начале ноября. Это зодиакальное созвездие; Солнце проходит через него в марте — апреле. Ярких звезд здесь нет, созвездие состоит из цепочки слабых звезд, которая начинается под Андромедой, тянется на юго-

¹ Неправильность здесь понимается в смысле отсутствия в этих звездных системах четкой структуры. — *Прим. перев.*

восток, а затем после резкого излома продолжается на запад, где и кончается южнее четырехугольника Пегаса. Эта длинная цепь звезд, согласно легенде, должна изображать двух связанных рыб.

Совершая свой видимый годовой путь по небу, Солнце 21 марта достигает в этом созвездии небесного экватора; день и ночь тогда равны по своей продолжительности — наступает весеннее равноденствие. Эта точка пересечения пути Солнца (0° прямого восхождения) с небесным экватором называется *точкой весеннего равноденствия* (на Земле она соответствовала бы точке пересечения земного экватора с гринвичским меридианом в Гвинейском заливе вблизи африканского побережья). В непосредственной близости от точки весеннего равноденствия нет более или менее яркой звезды, которая могла бы указывать ее положение на небе.

О в е н (карта XXI, стр. 117)

проходит через меридиан в 23 часа в ноябре. Это небольшое зодиакальное созвездие; Солнце находится в нем в апреле — мае. Оно образовано тремя звездами, из которых самая яркая 2-й величины, а две другие — 3-й и 4-й величины. Созвездия нельзя не заметить, если от левых звезд Андромеды спуститься немного вниз; там почти в параллельную им цепочку вытянуто созвездие Овна.

В этом созвездии греки видели Овна (барана), который перевез по воде приемных детей Геры вместе со знаменитым Золотым

Руном. При этом Гелла (дочь царя Фессалии) утонула в море, которое с тех пор зовется Геллеспонтом¹.

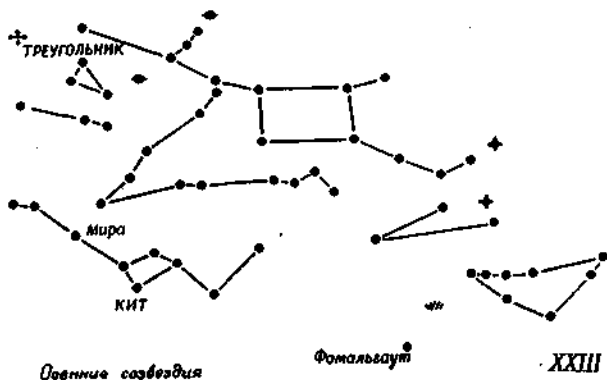
Первоначально Овен возглавлял группу зодиакальных созвездий, так как в то время, когда грек Птолемей составил сегодняшнюю их последовательность, именно в этом созвездии находилась упомянутая выше точка весеннего равноденствия. Теперь, 2000 лет спустя, точка пересечения эклиптики с экватором сместилась так далеко на запад, что точка весеннего равноденствия оказалась уже в созвездии Рыб. Несмотря на это, для обозначения точки весеннего равноденствия до сих пор применяется знак Овна. Как произошло это смещение, мы еще узнаем в разделе о Солнце.

Общий вид неба осенью (карта XXIII, стр. 125)

Повторим еще раз осенние созвездия в том порядке, как они проходят мимо нас по небу: вначале над самым горизонтом появляется Козерог, затем значительно выше его поднимаются прекрасные созвездия осеннего неба Пегас и Андромеда, под ними мы видим Водолей, Рыб и Овна. На карте XXIII видны еще несколько звезд, которые до сих пор не были нам известны.

Южнее Водолея над самым горизонтом сияет очень яркая звезда, находящаяся в середине группы слабых звезд. Это *Фомальгаут* (по-арабски «фом-аль-хут» — пасть рыбы).

¹ Древнее название Дарданелл. — *Прим. ред.*



Он относится к созвездию *Южной Рыбы*, которое очень трудно наблюдать в наших широтах из-за близости горизонта, к тому же все другие звезды созвездия имеют блеск 4-й и 5-й величины. Звездная величина Фомальгаута $1^m,3$, а расстояние до него около 30 световых лет. Начинаясь южнее созвездия Рыб, с запада на восток тянется мимо Овна почти до Тельца цепочка звезд. Это *Кит* — олицетворение морского чудовища, побежденного Персеем, когда оно хотело проглотить Андромеду (см. «Кассиопея»). В этой группе мы найдем и звезду, название которой *Мира* (полатыни «Удивительная») указывает на одну ее особенность. Уже около 1600 г. один священник, который много занимался наблюдением звезд, нашел на этом месте яркую звезду 2-й величины, которую он раньше никогда не видел. Он не знал, что Мира, α (омикрон) Кита, является переменной звездой и

меняет свой блеск от 2-й до 10-й величины.

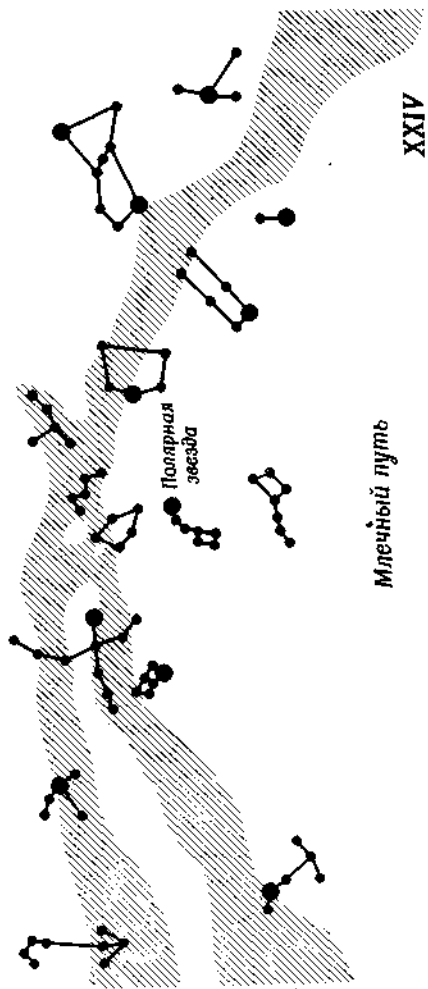
После двух недель яркого сияния она в течение пяти месяцев медленно уменьшает свой блеск и, наконец, становится видимой лишь в телескоп. Через три месяца ее блеск снова достигает максимума. Причина колебаний блеска связана, вероятно, с процессами внутри звезды. По этой звезде в Ките все другие подобные ей переменные называются «звездами типа Миры Кита». Сама Мира — красный гигант, находящийся на расстоянии 250 световых лет и превосходящий по размерам Солнце в 800 раз.

МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ (карта XXIV, стр. 127)

При описании отдельных созвездий не раз указывалось на то, что в том или ином созвездии Млечный Путь особенно четко выделяется на звездном фоне. Рассмотрим еще раз области Млечного Пути, теперь уже в их взаимосвязи¹.

Начинаясь широкой полосой в созвездиях Стрельца и Скорпиона и постепенно сужаясь, Млечный Путь тянется через Орла и Стрелу к Лебедю. В области Стрельца наблюдаются многочисленные пятна темной материи. Полоса Млечного Пути ими разделяется на две ветви, которые позднее, между Лебедем и Цефеем, опять сливаются в одну полосу. Она проходит далее через Цефея и Кассиопею.

¹ Для настоящего издания карту XXIV переработал и дополнил Ю. П. Псковский. — *Прим. ред.*



При прохождении между Персеем и Возничим Млечный Путь становится уже всего, а затем вновь расширяется. Далее он тянется между Орионом с одной стороны и Близнецами и Малым Псом — с другой и, наконец, несколько выше Большого Пса опускается к горизонту.

Ввиду такого расположения Млечного Пути среди созвездий мы видим его не в одном и том же положении относительно меридиана, зенита и горизонта и, кроме того, не всегда одинаково хорошо. Прекраснее всего его вид летом и осенью. В это время полоса его тянется с севера на юг или на юго-запад, располагаясь высоко в восточной части неба или в зените. Зимой Млечный Путь поднимается с юга к зениту и опускается на северо-западе. Весной мы видим лишь незначительную его часть; появляясь на северо-востоке, он остается низко над горизонтом и скоро совсем исчезает на западе.

Ярко светящийся, с темными облаками и мощными сгущениями звезд, Млечный Путь нашел отражение в сказаниях всех народов.

Греки видели в нем след солнечной колесницы, который оставил на своем пути Фэтон. Он символизировал также дорогу богов к Олимпу.

Лишь значительно позже с помощью соответствующих инструментов удалось установить, что Млечный Путь в действительности представляет собой колоссальное скопление звезд (см. ниже раздел «Система нашего Млечного Пути»).

ЗОДИАКАЛЬНЫЙ КРУГ

Земная ось не перпендикулярна плоскости орбиты Земли, а образует с ней угол $23^{\circ},5$. В соответствии с этим Солнце движется не вдоль небесного экватора, а в разное время года занимает по отношению к нему различное положение. Если мы представим себе взаимное расположение небесного экватора и эклиптики (видимый путь Солнца), то убедимся, что в одну половину года эклиптика находится к югу, а в другую — к северу от экватора. Здесь мы видим также ряд уже известных нам созвездий, через которые последовательно проходит Солнце и которые называются *зодиакальными созвездиями*.

Каждое зодиакальное созвездие обозначается соответствующим знаком; их можно было видеть, например, на старых календарях. Возникновение обозначений восходит, по-видимому, к древнему Египту, где жизнь людей сильно зависела от природы этой страны и потому была тесно связана с движением звезд. Урожай определялся разливами Нила, так что египтяне знали три времени года: время разлива, время роста и время урожая; каждый из этих периодов охватывает четыре месяца.

Появление *Козерога* ♑ на вечернем небе предвещало начало разлива в июне. Рыбоподобная нижняя половина тела этого существа указывает на связь с повышением уровня воды в Ниле; нижняя часть знака также указывает на это (хвост рыбы). *Водолей* ♒ восходит на вечернее небо, когда вода в Ни-

ле достигает своего высшего уровня. Знак отражает волнистость водной поверхности. Рыбы ♐ на небе показывают, что с наступлением разлива на землю выносятся также множество рыбы. Знак напоминает о соединяющей две рыбы ленте, которую можно видеть и в самом созвездии. Овен (баран) ♈ , рога которого послужили основой знака, должен показывать своим появлением на вечернем небе, что после разлива овцы могут выходить на пастбище.

Телец ♉ , знак которого здесь символизирует голову быка с рогами, служил предвестником времени, когда земля высыхает и твердеет настолько, что ее можно возделывать лишь с помощью плуга, запряженного быками. Близнецы ♊ — знак, указывающий на двойственность, — брачная пара, которая теперь, на втором месяце периода роста, может отпраздновать свою свадьбу. Основные полевые работы закончены, теперь ждут урожая. Рак ♋ олицетворял начинающееся в этом месяце обратное движение Солнца снова на юг. Знак, по-видимому, указывает на какую-то связь со скарабеем. Этот священный для египтян жук заворачивает свои яйца в маленькие шарики навоза и катит их, двигаясь задом наперед. Скарабей в соответствии с верованиями египтян часто изображался с двумя шарами: один между передними, другой между задними ногами (Солнце и Земля). Этому изображению обязан своим возникновением и знак созвездия. Лев ♌ как последний знак периода роста приносит в страну много тепла. Вся страна

превращается в пустыню, становится царством льва, хвост которого можно видеть в знаке этого созвездия.

Дева ♍ с колосьями в руке знаменует начало периода урожая. Последняя дуга знака, возможно, указывает на ношу, которую держит Дева. Весы ♎ определяют начало уборки урожая, который затем поступает в продажу. Знак изображает весы. Скорпион ♏ олицетворяет насекомых-вредителей, которых на третий месяц периода урожая приносит южный ветер. Возможно, что крючок на конце знака означает жало скорпиона. Стрелец ♐, стрела которого и изображена в качестве знака, мог олицетворять силу, которая в последний месяц года гонит на страну облака, приносимые в это время сильными северными ветрами.

Так мы можем себе представить на современном уровне знаний происхождение названий и обозначений зодиакальных созвездий. Конечно, как эти, так и другие созвездия получили у разных народов мира различные толкования. Но в основном объяснения, которыми мы в настоящее время пользуемся, были даны арабами и греками. Около 2000 лет назад они были собраны и изложены греком Птолемеем в его труде «Альмагест», который в этой своей части не потерял значения до наших дней.

СТРОЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ

НАША СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

Одна из многих миллиардов звезд, о которых говорилось в главе «Созвездия», образует вместе с рядом относительно малых и мельчайших небесных тел систему, которая представляет для нас особый интерес, — нашу Солнечную систему. К ней относятся все наши ближайшие соседи в мировом пространстве, которые, как и Земля, обращаются вокруг центральной звезды — Солнца.

Это прежде всего *планеты* — темные, не излучающие своего света небесные тела, которые получают свет и тепло от Солнца. Девять больших планет, *Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон*, по своей общей массе в 450 раз превосходят массу Земли, но исчезающе малы по сравнению с Солнцем, масса которого в 330 000 раз больше массы Земли. Это означает, что одно Солнце обладает массой, в 750 раз большей, чем суммарная масса планет.

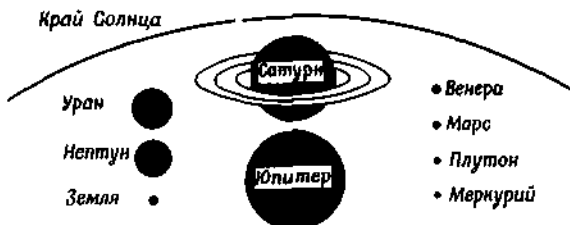


Рис. 19. Размеры планет по сравнению с Солнцем.

Среди больших планет различия масс также значительны. Так, из полной массы всех планет, составляющей 450 масс Земли, 318 приходится на планету-гигант Юпитер и 95 — на Сатурн, в то время как масса Меркурия и Марса не достигает даже массы Земли. Относительные размеры планет и Солнца наилучшим образом иллюстрируются рис. 19. Если мы желаем получить еще одно наглядное представление об относительных размерах тел Солнечной системы, то можно воспользоваться ее моделью с таким масштабом: вокруг шара диаметром 14 м (Солнце) обращаются планеты, диаметры которых и расстояния их от Солнца указаны в таблице:

Планета	Диаметр, см	Расстояние от Солнца, км	Планета	Диаметр, см	Расстояние от Солнца, км
Меркурий	5	0,6	Сатурн	120	14,0
Венера	12	1,0	Уран	48	29,0
Земля	13	1,5	Нептун	45	45,0
Марс	7	2,3	Плутон	14	60,0
Юпитер	150	8,0			

Однако положение *ближайшей звезды* не удалось бы отметить даже на всей поверхности Земли; в этой модели мы увидели бы ее лишь на расстоянии Луны от Земли, т. е. примерно в 400 000 км от нас.

Наряду с большими планетами существует еще значительно большее число малых планет, *астероидов*. Эти тела, общее число которых оценивается в 50 000, имеют диаметры от нескольких до сотен километров, но общая масса их составляет лишь одну тысячную долю земной. Их орбиты лежат большей частью между орбитами Марса и Юпитера, но часто они настолько вытянуты, что пересекают орбиты других планет.

Планеты обращаются вокруг Солнца и обычно окружены более мелкими, физически подобными им телами — *спутниками*. Число и размеры спутников у разных планет различны. Солнце, планеты и спутники содержат подавляющую часть массы Солнечной системы. Но орбита самой внешней планеты Плутона с радиусом примерно 40 а. е. (около 6000 млн. км) еще не является границей Солнечной системы. Далеко за пределы его орбиты выходят *кометы*, эллиптические орбиты которых в самых своих далеких точках удалены от Солнца на многие тысячи астрономических единиц. По-видимому, в нашей Солнечной системе движутся несколько миллиардов таких комет с диаметрами до нескольких сотен километров. Все вместе по массе они не превосходят массу Земли. Вокруг Солнца носится еще масса твердых осколков со средним размером в несколько

миллиметров. Их, а также мельчайшие частицы пыли и газа в Солнечной системе называют *межпланетной материей*. В дальнейшем мы займемся различными телами Солнечной системы и выясним возможности для их наблюдений.

С о л н ц е

Как центральное тело системы Солнце представляет собой крупнейшее образование этой группы тел. Его диаметр в 109 раз, а объем в 1,3 млн. раз превосходит диаметр и объем Земли. Это звезда, подобная многим миллиардам других звезд, которые мы видим на небе. Как и они, Солнце состоит из раскаленных газов.

Исходящий от этого газового шара свет и связанное с ним тепло являются необходимым условием жизни на Земле. Любое тепло и естественная или полученная искусственно энергия на нашей планете ведут свое происхождение в конечном итоге от Солнца. Электричество и газ, с помощью которого мы готовим пищу и обогреваем помещение, получаются из угля; но уголь есть не что иное, как накопленная энергия Солнца: он образовался из растений, которые росли благодаря действию солнечного света миллионы и миллиарды лет назад. Солнце управляет круговоротом воды в природе — следующими друг за другом испарением, подъемом влаги вверх и осадками. Нагревая земную атмосферу, оно создает различия в давлении воздуха, которые вызывают появление областей с высоким и низким давлением и, как следствие,

ветров, солнечное и лунное притяжения вызывают морские приливы и отливы и т. д. Как велико должно быть количество энергии, которое Солнце ежедневно посылает нам! Измерением было установлено, что в каждую минуту на квадратный метр земной поверхности попадает количество тепла, которым можно нагреть один литр воды от 0 до 20°C. Напомним, что площадь поверхности Земли равна примерно 500 млн. км², так что мы можем составить себе представление о величине падающей на Землю солнечной энергии. Общий поток энергии, падающий в течение 1 сек на поверхность, равную сечению Земли, составляет 330 млн. лошадиных сил.

Однако из излучаемой Солнцем равномерно по всем направлениям энергии на Землю не падает и миллиардной доли, и даже пучок света, излучаемый в направлении Земли, лишь частично проникает сквозь атмосферу, достигая земной поверхности. Как может возникнуть такое количество энергии на поверхности или внутри Солнца?

Солнце состоит из нескольких слоев. Его ядро окружено *фотосферой* (светящийся слой, который мы видим) толщиной 4000—5000 км. Над ней расположен значительно более толстый слой *хромосферы* (цветной слой), который из-за своего слабого излучения обычно не виден (толщина его около 10 000 км). Лишь во время солнечного затмения, когда Луна закрывает почти весь солнечный диск, хромосферу можно видеть в течение нескольких секунд. Границей с мировым пространством служит корона, пред-

ставляющая очень красивое зрелище; ее можно наблюдать также лишь во время солнечного затмения. В разных слоях Солнца газ, из которого оно состоит (главным образом водород и гелий, в меньших количествах другие вещества), имеет различную температуру. Температура на поверхности Солнца¹ составляет примерно 6000°K , а к центру этого газового шара она возрастает приблизительно до 20 млн. $^{\circ}\text{K}$. Приведенные здесь значения температуры, как и в случае других звезд, не снабжаются знаком $^{\circ}\text{C}$ (Цельсий). В астрономии используют шкалу Кельвина (отсюда знак $^{\circ}\text{K}$). Кельвин в качестве нуля принял не температуру плавления льда, как это сделал Цельсий, а исходил из самой низкой достижимой температуры. Это — 273° по шкале Цельсия. Таким образом, прибавив 273° к температуре Цельсия, получим температуру по шкале Кельвина. В центральном ядре Солнца непрерывно идет процесс превращения водорода в гелий. Когда этот газ был обнаружен на Солнце, все были уверены, что его нет на Земле. Поэтому «солнечному газу» дали название *гелий* (по-гречески «гелиос» — солнце). Немного позднее оказалось, что в небольших количествах гелий имеется и на Земле.

При синтезе в Солнце ядер гелия из ядер водорода масса как бы превращается в энергию; при превращении 1 г водорода в гелий освобождается энергия 175 000 кет·ч. Так как Солнце на 90% состоит из водорода, то ясно, что в течение многих миллиардов лет

¹ Речь идет о фотосфере. — Прим. перев.

в нем идет постоянное производство энергии. Аналогичный процесс происходит во время взрыва водородной бомбы. Поэтому вряд ли можно представить опустошающую силу такого оружия! Народы должны бороться за то, чтобы результаты научных исследований использовались только в мирных целях.

Если науке удастся превращать водород в гелий без взрыва, как это происходит в Солнце и в звездах, то можно забыть беспокойство по поводу постоянного роста энергопотребления. Но Солнце испускает не только поддерживающие жизнь свет и тепло.

Различают два существенно разных вида излучения Солнца: излучение электромагнитных волн и испускание частиц.

Электромагнитные волны, излучаемые Солнцем, лишь частично достигают земной поверхности, остальные поглощаются (абсорбируются) атмосферой. Последняя имеет два «окна» прозрачности: «оптическое окно» и «радиоокно». Через оптическое окно проходит излучение с длиной волны от 3000 до 10 000 Å — это приблизительно то излучение, которое мы воспринимаем как видимый свет ($1 \text{ Å} = 1 \text{ ангстрем} = 10^{-7} \text{ м}$). Кроме осязаемых тепловых лучей с длиной волны до 1 см, к числу достигающих земной поверхности воли относятся частично и радиоволны длиной от 1 см до 10 м. Исследованием излучения на этих волнах занимается целая отрасль современной астрономии — радиоастрономия, о которой подробнее рассказывается ниже.

Цветовые ощущения возникают в глазу в ответ на восприятие света разных длин волн. Цвет излучения самых коротких волн (около 400 миллионных долей миллиметра) — фиолетовый; еще более короткие волны в невидимой для нас части спектра называют *ультрафиолетовым излучением*. Ощущение красного цвета вызывается в нашем глазу излучением больших длин волн (около 800 миллионных долей миллиметра). Излучение еще более длинных волн называют *инфракрасным*, или тепловым; оно также невидимо для нас. Ультрафиолетовое излучение почти полностью поглощается атмосферой. Если бы атмосфера была прозрачна для ультрафиолетового излучения, то в известных нам формах жизнь на Земле не могла бы существовать. Уже в тех небольших количествах, в которых до нас доходит ультрафиолетовое излучение, мы ощущаем иногда его вредное действие: при интенсивном облучении солнечным светом его ультрафиолетовая составляющая действует на нашу кожу, вызывая появление загара.

Испускание частиц (корпускулярное излучение) в противоположность электромагнитному излучению представляет собой выбрасывание мельчайших частиц вещества, осколков атомов водорода, которые улетают от Солнца со скоростью от 100 до 2000 км/сек. Они достигают верхних слоев земной атмосферы (ионосферы) и вызывают появление на большой высоте эффектных *полярных сияний*. Кроме полярного сияния, появляется еще и другое явление. Благодаря физическим

изменениям в атомах и молекулах соответствующих слоев, происходящим под действием сильного ультрафиолетового излучения Солнца, эти слои становятся на время «прозрачными» для коротких радиоволн, т. е. они уже не отражают короткие радиоволны, посланные с Земли, и потому делают невозможной радиосвязь на коротких волнах¹. Корпускулярное и ультрафиолетовое излучения, а также вызываемое ими нарушение радиосвязи становятся особенно сильными, когда на Солнце начинаются определенные кратковременные процессы, известные как проявления солнечной активности и называемые *вспышками (эрупциями)*. *Солнечная активность* выражается в различных явлениях.

Наиболее замечательны и известны *солнечные пятна* (рис. 20). Их можно наблюдать с простыми вспомогательными оптическими средствами. Пятна, представляющие нам темными точками или темными областями на солнечной поверхности, — это области с более низкой температурой, чем окружающее их вещество фотосферы. Их можно назвать газовыми вихрями огромных масштабов. Часто они появляются группами, общая протяженность которых может достигать 200 000 км, что в 15 раз больше диаметра Земли. Не всегда пятна в группах равны по числу и величине. Бывают годы с повышенной и пониженной частотой появления пятен. Установлено, что обилие пятен меняется в

¹ Имеются в виду короткие волны радиовещательного диапазона. — *Прим. перев.*

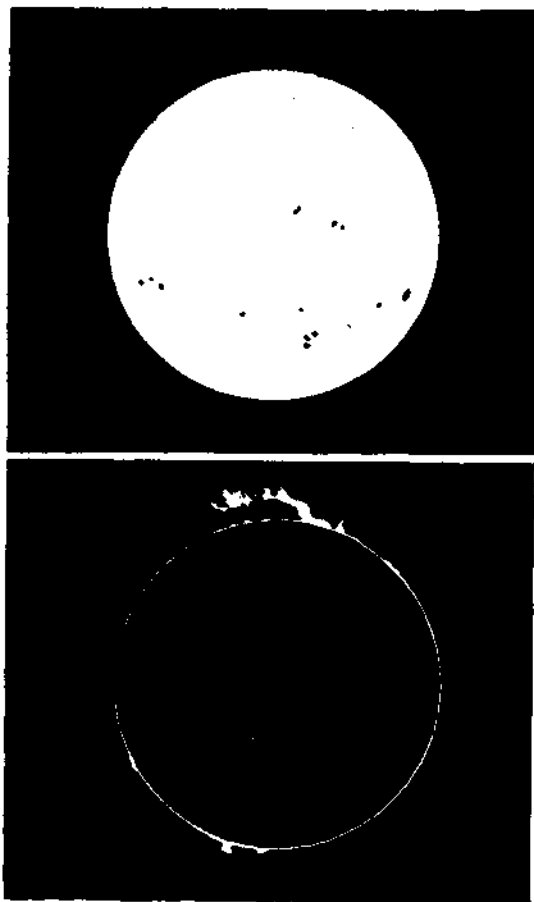


Рис. 20. Вверху — солнечные пятна,
внизу — протуберанцы.

среднем с периодом в 11 лет. Каждые 11 лет пятна бывают большими и многочисленными (максимум пятен); между такими периодами лежат промежутки времени с пониженной частотой появления пятен (минимум). Так как вспышки вблизи солнечных пятен дают особенно сильное ультрафиолетовое и корпускулярное излучения, то в период максимума пятнообразовательной деятельности Солнца полярные сияния и нарушения радиосвязи особенно усиливаются. Однако ошибочны предсказания астрологов, которые приписывают максимуму солнечной активности повышенную опасность войны и эпидемий; они не имеют под собой никакой научной основы.

Факелы, области повышенной яркости (особенно хорошо видимые на несколько более темных краях солнечного диска), появляются часто в виде световых прожилок в окрестностях пятен. Это могут быть перегретые участки более высоких слоев солнечной атмосферы с повышенным излучением.

Протуберанцы — другое выражение активности Солнца (рис. 20). Здесь мы имеем дело с выброшенными на большие высоты облаками раскаленных газов. Они иногда прорываются далеко за хромосферу и могут достигнуть высоты в несколько сотен тысяч километров. Частота появления протуберанцев и факелов также меняется приблизительно с 11-летним периодом. Их можно наблюдать не только при полном солнечном затмении, но и при помощи специальных приборов.

Вспышки — очень мощные, кратковременные явления, в большинстве случаев внутри или в окрестностях больших групп пятен. Они испускают мощное ультрафиолетовое, рентгеновское и корпускулярное излучения, которые являются ответственными за вышеупомянутые возмущения земной ионосферы и за полярные сияния.

С движениями Солнца, как мы их видим, т. е. с *кажущимися* движениями, мы знакомы из опыта. *Суточное движение* Солнца с востока на запад обусловлено, как уже было сказано, вращением Земли вокруг своей оси с запада на восток. В зависимости от времени года мы видим Солнце в полдень то выше, то ниже над горизонтом. Это следствие его *годового движения*. Но и это движение лишь кажущееся и является отражением движения Земли вокруг Солнца. При этом изменение высоты Солнца над горизонтом в полдень в течение года есть следствие параллельности земной оси самой себе в пространстве при обращении Земли вокруг Солнца.

Когда в северном полушарии лето, северная половина земного шара обращена к Солнцу и высота Солнца в полдень в это время около 60° . Когда у нас зима, к Солнцу обращено южное полушарие и Солнце достигает высоты лишь 15° . Из-за различия углов падения излучения на поверхность Земли в этих двух случаях и происходит различный нагрев поверхности и воздуха, которому поверхность передает тепло. Итак, смена времен года не обусловлена изменением расстояния от Земли до Солнца, а наоборот, — в северном полу-

шарии лето как раз тогда, когда Земля находится на максимальном расстоянии от Солнца!

Кроме этих видимых движений, Солнце совершает *реальные* движения. Оно вращается вокруг своей оси со скоростью один оборот в 27 суток. Кроме того, вместе со всеми телами Солнечной системы оно движется среди звезд со скоростью 20 км/сек по направлению к созвездию Геркулеса, а вместе со всеми окружающими его звездами принимает участие во вращении вокруг центра Млечного Пути со скоростью 200 км/сек.

Наблюдения Солнца

Они требуют соблюдения очень важного правила: никогда не смотрите на Солнце без достаточной защиты глаз, в особенности при использовании бинокля или телескопа. Последствия от невыполнения этого требования — тяжелые повреждения глаз вплоть до полной потери зрения. Поэтому всегда, если даже вы хотите лишь ненадолго взглянуть на Солнце, пользуйтесь защитным стеклом. Обычные «солнечные» очки в этом случае недостаточны.

Если нет защитных насадок к биноклю или телескопу, то можно выйти из положения при помощи: а) многократно засвеченной негативной фотопленки; б) куска стекла, покрытого копотью от пламени свечи или нефтепродуктов (если есть опасение повредить слой прикосновением, можно сложить две такие пластины со слоем копоти между

ними и скрепить их по краям); в) лучше всего подошло бы темное стекло, применяемое в защитной маске электросварщика (но не очки автогенного сварщика).

Главный предмет наблюдения на Солнце с обычным телескопом — солнечные пятна, если не говорить о сравнительно редких случаях прохождения планеты по диску Солнца или солнечного затмения. Мы наблюдаем изменение числа и величины пятен и их смещение по диску Солнца. В этом перемещении пятен проявляется вращение Солнца. Лучше всего изменения групп пятен фиксируются тогда, когда наблюдения ведутся много дней подряд и результаты их каждый раз заносятся в журнал наблюдений в виде зарисовок величины пятен и их положения по отношению к краю диска.

Другая возможность наблюдения Солнца, прежде всего удобная для нескольких желающих наблюдать одновременно, состоит в использовании метода проекции. Для этого при помощи картонного экрана защищаем пространство за телескопом от прямого солнечного света и располагаем за окуляром белый экран.

Для получения резкого изображения Солнца на расстоянии 20—40 см от окуляра последний следует несколько вывинтить из трубы. Полученное таким образом изображение могут наблюдать и зарисовывать сразу все наблюдатели, особенно если на экран нанесен крест как ориентир для зарисовки пятен. Возможна также фотография этого проекционного изображения Солнца.

Спутник Земли является ближайшим к нам небесным телом. Из-за своего относительно малого расстояния (до нее в среднем 384 000 км) Луна остается небесным телом, на котором мы при помощи самых примитивных оптических инструментов различаем наибольшее число деталей. Наблюдение отнюдь не исчерпывается одним или двумя сеансами; на поверхности Луны можно открывать все новые и новые детали.

Ее постоянно меняющийся вид связывался с различными земными явлениями. Наиболее известна предполагаемая еще и сегодня связь с погодой. Здесь налицо смешение причины и следствия. Из того факта, что изменение вида освещенной части Луны можно наблюдать лишь тогда, когда появляется окно в толще облаков, делается вывод, что это изменение является причиной перемены погоды¹. Так же обстоит дело с приметой, что зимние ночи в полнолуние должны быть холодными. Не потому холодно, что на небе полная Луна, а потому на небе видно полную Луну, что холодно и небо ясное. Толща облаков, которая предохраняет нашу Землю от сильного излучения тепла наружу, естественно, закрывает и Луну.

Луна — наша «младшая» сестра. Ее диаметр составляет лишь $\frac{1}{4}$, а объем — приблизительно $\frac{1}{50}$ соответствующих земных размеров (рис. 21). Она описывает вокруг Земли эл-

¹ Говорят, например, что «молодой месяц» якобы всегда «омывается» дождями — *Прим. ред.*

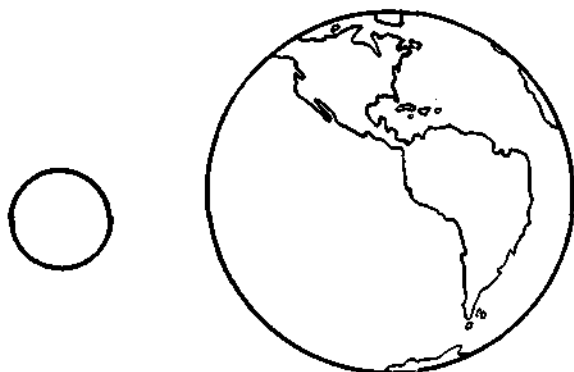


Рис. 21. Земля и Луна (сравнение размеров).

эллиптическую орбиту, причем ее минимальное расстояние от Земли равно 356 400 км, а максимальное — 406 700 км. Из-за¹ меньшей массы Луны¹ сила притяжения на ее поверхности меньше земной в шесть раз. Это означает, что на Луне то же самое тело весило бы в 6 раз меньше, чем на Земле. Человек весом 60 кг на Луне весил бы всего 10 кг.

Регулярно меняющийся вид освещенной части Луны, ее фазы (рис. 22), обусловлен вращением Луны вокруг Земли и изменяющимися вследствие этого условиями освещенности солнечным светом обращенной к Земле стороны Луны. Когда она находится между Солнцем и Землей, то ее половина, обращенная к Земле, не освещается Солнцем.

¹ При расчете следует учитывать также различие радиусов. — *Прим. перев.*

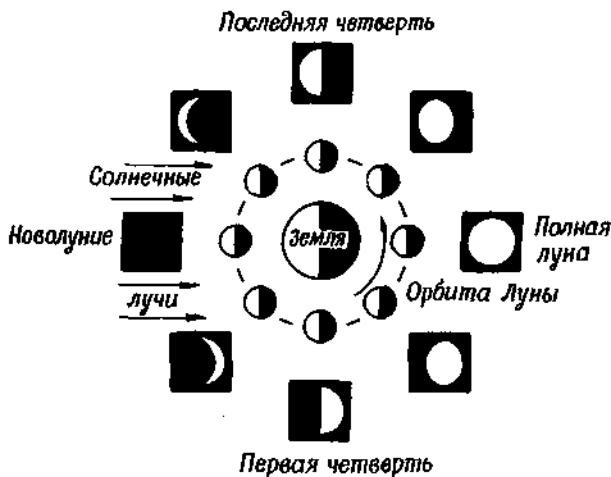


Рис. 22. Фазы Луны.

Эту фазу мы называем новолунием (в этой точке Луна «обновляется»). Когда Луна находится на противоположной по отношению к Солнцу стороне Земли, она освещена и видна как полная Луна. Между этими фазами находятся фазы растущей и убывающей Луны, когда освещена соответственно ее либо «первая», либо «последняя» четверть. Но независимо от того, как освещена Луна, фактически мы всегда видим одну и ту же ее сторону. За время, пока Луна совершает оборот вокруг Земли, она как раз успевает один раз повернуться вокруг своей оси. Это так называемое «связанное» вращение мы должны представлять себе следующим образом: чело-

век, который обходит вокруг стола, оставаясь все время повернутым лицом к нему, совершает также оборот вокруг самого себя. Как выглядит противоположная сторона Луны, мы узнали лишь благодаря успешному запуску третьей советской космической ракеты, которая сфотографировала невидимую с Земли сторону Луны¹.

Время, в течение которого Луна совершает оборот вокруг Земли, мы называем *месяцем* (месяц — время Луны, Месяца). Но он не совпадает с нашим календарным месяцем, насчитывающим 30 или 31 день, так как оборот Луны занимает либо 29, либо 27 дней в зависимости от того, измеряется ли время между двумя ближайшими одинаковыми фазами Луны или же между двумя следующими друг за другом появлениями Луны на одном и том же месте среди звезд.

Орбита Луны наклонена к земной только на 5°, т. е. Луна очень мало отклоняется от эклиптики и поэтому проходит через те же созвездия, что и Солнце. Но так как полная Луна находится обычно напротив Солнца, то летом, когда Солнце стоит высоко, мы видим полную Луну низко над горизонтом, зимой же имеет место обратная картина.

Если проследить в течение нескольких дней положение Луны среди звезд, мы можем заметить ее движение по небу: она все время смещается к востоку. За час она пере-

¹ Новые фотографии обратной стороны Луны получены летом 1966 г. советской космической ракетой «Зонд-3». — *Прим. ред.*

мещается на восток на величину, равную своему диаметру, и поэтому каждые сутки восходит на 50 минут позднее. (Поэтому иногда о неточных часах в шутку говорят, что они идут по Луне.)

Долгое время считалось, что Луна не имеет атмосферы. Однако новейшие исследования показали, что она окружена газовой оболочкой, которая, впрочем, не может сравниться с атмосферой Земли. Атмосфера над поверхностью Земли в 10 триллионов раз плотнее, чем на Луне. Это означает, что атмосфера Луны представляет для нас «безвоздушное пространство», которое мы едва ли можем получить искусственно! Из-за малой силы притяжения Луна не в состоянии была удержать более значительную воздушную оболочку, которая, по-видимому, уже давно рассеялась в межпланетном пространстве. Так как на Луне не существует атмосферы (в нашем понимании), там нет ни ветра, ни каких-либо других движений воздуха. Прямым следствием отсутствия атмосферы являются резкие перепады температур. На освещенной стороне Луны температура поднимается до $+120^{\circ}\text{C}$ благодаря беспрепятственному действию солнечных лучей. С неосвещенной стороны тепловое излучение также уносит энергию в пространство, и температура падает до -150°C .

Поверхность обращенной к нам стороны Луны известна нам так, как ни у одного из небесных тел. Этому способствует близость нашего спутника и отсутствие у него препятствующей хорошей видимости атмосферы.

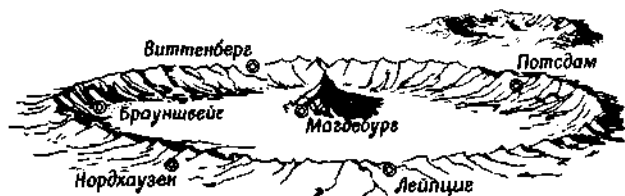


Рис. 23. Кратер Петавий (диаметр 175 км) по сравнению с расстояниями на Земле.

Видимые невооруженным глазом темные пятна оказываются при рассмотрении в бинокль протяженными, плоскими областями, окруженными горами. Эти равнины называют морями, хотя известно, что на Луне нет воды.

Горные цепи, которые тянутся главным образом по краям морей, в отдельных местах достигают высоты 8000 м, что сравнимо с высочайшими вершинами земного шара. Кольцевые горы, числом примерно 40 000, представляют интереснейшую и довольно эффектную часть лунной поверхности (рис. 23). Крупнейшие из них, называемые цирками, имеют диаметры до 200 км и более. Валы на их краях снаружи поднимаются полого, достигают высоты 3000—4000 м и круто обрываются внутрь. Во многих случаях на внутренней равнине, лежащей ниже уровня окружающей цирк поверхности, находится одна или несколько центральных гор. Кольцевые горы меньших размеров, кратеры, имеют подобную же форму, но диаметры от 1 до 30 км, и располагаются они часто

в больших цирках. В нескольких местах видны кратеры, которые кажутся засыпанными, и можно рассмотреть лишь части кольца.

Название «кратер» не обязывает нас проводить аналогию между лунными и земными кратерами; уже их размеры и валообразные края показывают, что они имеют другое строение и, наверное, совсем другое происхождение.

Трещины тянутся часто на сотни километров по лунной поверхности. Ширина же их большей частью не превышает нескольких километров. Своеобразный вид имеют расходящиеся от некоторых кратеров в радиальных направлениях *системы лучей*. Они простираются в виде светящихся полос на больших участках лунной поверхности и особенно бросаются в глаза во время полнолуния.

Некоторые названия описанных объектов вначале звучат непривычно для нас и подчас не связаны с видом этих объектов. Например, Море Опасностей, Море Плодородия и т. д. Горным цепям даны земные названия: Кавказ, Апеннины, Пиренеи и т. д. Но кольцевые горы носят имена известных астрономов и других ученых (Коперник, Кеплер, Гаусс), различных выдающихся людей (Цезарь) или мифических героев (Геркулес).

Происхождение современной картины лунной поверхности до сих пор остается загадкой: одна теория приписывает кратерам вулканическое происхождение, другая — метеоритное.

Прежде всего, несколько замечаний. Не следует думать, что лунный диск в полнолуние представляет собой самое прекрасное зрелище. Великолепно выглядят в это время только системы лучей.

Что касается других деталей, то вид гор, кратеров и трещин производит наибольшее впечатление, когда вблизи от наблюдаемого объекта проходит граница лунной тени. Только тогда видно, что горные образования возвышаются над равниной — этим мы обязаны пологому падению солнечных лучей и длинным теням. (Кто занимается фотографией, знает, что не прямой, а боковой свет из-за образования теней создает ощущение пространства.) Поэтому для наблюдения определенного объекта выбирают ночь растущей или убывающей Луны, когда граница тени лежит как можно ближе к объекту.

Следующее правило помогает при выборе удобного времени наблюдения:

Луна в первой четверти видна при заходе Солнца,

полная Луна — в полночь,

в последней четверти — при восходе Солнца.

За час Луна перемещается на величину своего видимого диаметра, так что мы можем приблизительно предвычислить положение Луны на последующий момент. Серп растущей Луны имеет такой вид, что из него (приставив «палочку») можно образовать букву «Р», серп убывающей («старой») Луны имеет вид буквы «С».

При наблюдении края Луны следует обращать внимание на то, что из-за не описанного здесь движения Луны — либрации — не все объекты на краю Луны в любое время видны хорошо. Либрация — вызванное различными причинами небольшое видимое вращение Луны. По этой причине объекты краевых зон попеременно то приближаются к центру видимого диска и условия их видимости улучшаются, то удаляются, становясь невидимыми. Поэтому вообще мы имеем возможность наблюдать с Земли несколько больше половины всей лунной поверхности (около 60%). Объекты на краях Луны кажутся нам сокращенными из-за сферичности Луны (по законам перспективы).

Объекты наблюдения на Луне

Ниже дано описание некоторых интересных лунных деталей — изображенных на карте (стр. 156—157) морей, кратеров и т. д. При этом учитываются только такие объекты, которые могут уверенно наблюдаться со средним биноклем или малым телескопом. Описание объектов построено в соответствии с последовательностью их наилучшей видимости. Из-за различной величины либрации строгое разделение невозможно. Время наблюдения выражается в возрасте Луны (в сутках), который считается от новолуния.

2-й день

Уже хорошо видимый узкий серп Луны содержит некоторые красивые и типичные

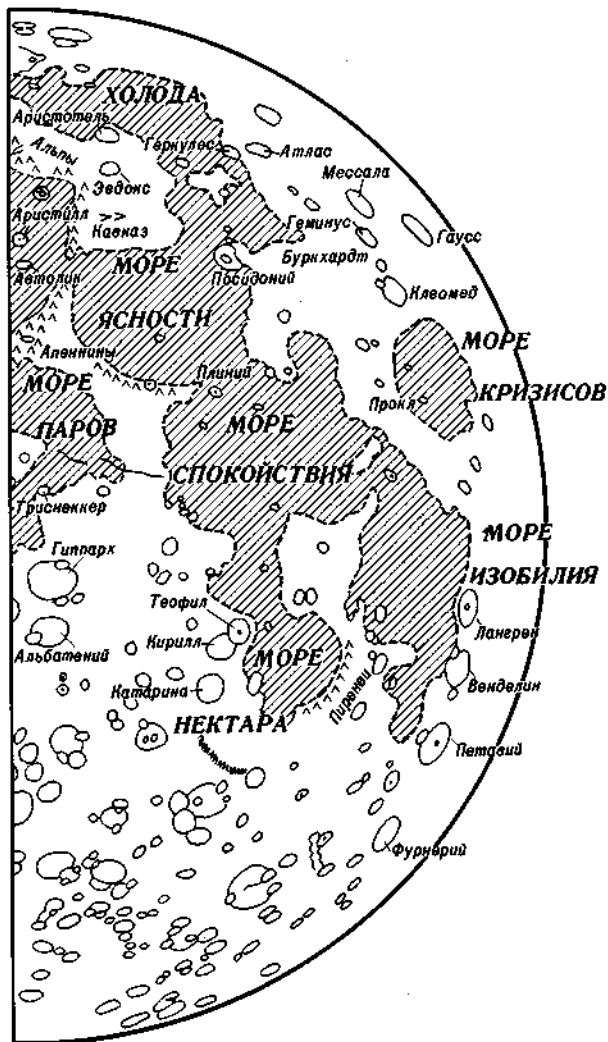
образования на ее поверхности. Одновременно можно заметить на неосвещенной части очень слабое свечение. Этот так называемый «пепельный свет» возникает из-за Земли; как полная Луна особенно сильно освещает ночную половину Земли, так и «полная Земля» освещает Луну (вблизи новолуния), но значительно сильнее, чем Луна Землю. Пепельный свет есть отраженный от Земли солнечный свет, т. е. дважды отраженный свет. При благоприятных условиях видны особенно яркие объекты.

На краю лунного серпа мы можем видеть *Море Кризисов*, почти круговое образование, которое из-за неперпендикулярности луча зрения к поверхности Луны кажется овальным.

Его диаметр составляет 500 км. Выше этого моря совсем близко к краю находятся кольцевые горы (кратер) *Гаусс* (диаметр 180 км). Под Морем Кризисов на юг тянется ряд больших цирков, почти параллельный краю Луны. Он включает, если двигаться от Моря Кризисов, цирки Лангрен, Венделин, Петавий и Фурнерий. *Лангрен*, диаметр которого около 160 км, содержит бросающуюся в глаза центральную гору высотой 900 м, а окаймляющие кратер валы имеют высоту до 3000 м. *Венделин* выделяется прежде всего своим валом, разрушенным там, где помещается другой, меньший кратер. *Петавий* (рис. 23) является наибольшим из этого ряда (диаметр 170 км), а *Фурнерий* — наименьшим (диаметр 120 км), но его вал достигает высоты 3500 м.



Схематическая карта Луны
для наблюдений в бинокль



Рядом с Морем Кризисов, которое мы избрали в качестве исходного пункта для последующего рассмотрения, светится очень яркая точка. Это маленький кратер *Прокл* — одно из ярчайших образований лунной поверхности. К северу от Моря Кризисов также тянется ряд больших кратеров: *Клеомед*, *Буркхардт*, *Геминус* и *Мессала*. Эта цепочка приводит к двум расположенным рядом друг с другом циркам: *Атлас* (диаметр 90 км) имеет внутри три горы; на южной стене не намного меньшего *Геркулеса* есть небольшая впадина типа кратера. Если продолжить за цирки Атлас и Геркулес линию, обозначенную кратерами от Клеомеда до Мессала, то мы увидим начало *Моря Холода*.

Южнее Моря Кризисов, приблизительно на том же уровне, что Лангрэн и Венделин, находится *Море Изобилия*. На востоке оно ограничено рядом кратеров и *Пиренеями*. К нему примыкает небольшое *Море Нектара*. На его восточном краю бросается в глаза группа кратеров, имеющих вид монеты: из них самый южный, *Катарина*, имеет диаметр 120 км. Его восточный край очерчен хорошо, в то время как западный переходит в скалистые горы. Вал *Кирилла* поврежден на северо-востоке, а вал *Теофила*, высотой 5400 м, напротив, равномерный. Внутри последнего возвышается гора высотой 1800 м.

Море Изобилия на севере переходит в другое лунное «море», часть которого уже теперь можно видеть, — *Море Спокойствия*.

6-й день

Теперь Море Спокойствия видно полностью и можно разглядеть даже переход к примыкающему *Морю Ясности*. На южном краю последнего в месте перехода к *Морю Спокойствия* бросается в глаза круглый кратер *Плиний*.

Легко заметить, что южная половина видимой поверхности Луны настолько богата кратерами, что трудно выделить отдельные из них. На северо-западном краю *Моря Ясности* расположен кратер *Посидоний*. Он отличается своей величиной (диаметр 120 км), от него через море тянется трещина к *Плинию*.

8-й день

Уже пройдена первая четверть (приблизительно на седьмой день). Море Ясности видно полностью. Рядом с его восточной границей, очерченной *Кавказом*, опять можно видеть интересную группу монетообразных кратеров, образующих вместе прямой угол. Наименьший из них — *Автолик* (диаметр 40 км), недалеко от него прилунилась вторая советская космическая ракета. К северу от него находится *Аристилл*, северный край которого, видимо, разрушен. Его вал вырастает лучами из плоской поверхности. Третий и самый крупный из этой группы кратеров — *Архимед*, окруженный кольцом скал длиной 80 км. От этой группы берут начало и тянутся на север *Альпы*.

К юго-востоку от *Моря Ясности* лежит небольшое *Море Паров*. Его северный «берег»

образован *Апеннинами*. Несколько южнее его, вблизи центра диска Луны, мы видим небольшой кратер *Триснеккер*, являющийся центром протяженной системы трещин. Некоторые из трещин, ширина которых достигает 1,5 км, при благоприятных условиях могут быть видны в небольшие телескопы.

Еще южнее среди большого числа кратеров снова обращают на себя внимание своей величиной: неправильной формы *Гиппарх* (диаметр 150 км), почти точно южнее его — *Альбатений*, а еще далее к востоку на высоте, приходящейся приблизительно посередине между Гиппархом и Альбатением, находится огромный круглый кратер *Птолемей* (диаметр 160 км).

10-й день

На севере, у южной границы сильно вытянутого *Моря Холода*, своей темной окраской выделяется цирк *Платон* (диаметр 110 км). Южнее начинается *Море Дождей*, которое по площади приблизительно в пять раз больше *Моря Кризисов*. На востоке оно ограничено уже известной нам группой *Аристилл* — *Автолик* — *Архимед*, на юге оно заканчивается кратером необычного вида и небольшой горной цепью: это кратер *Эратосфен*, примыкающий к описанным выше *Апеннинам*. Еще больше поражает взгляд расположенный к юго-востоку *Коперник*, очень правильной формы кратер диаметром 90 км и с высотой вала 5000 м. Это высочайший объект восточной половины лунного диска. К этому следует добавить его замечательные светлые

полосы, которые расходятся от него в разные стороны. Лежащая к северу от кратера горная цепь носит название *Карпаты*.

Коперник отделяет Море Дождей от примыкающего к нему с юга *Океана Бурь*. Это самое большое из так называемых «морей» на видимой половине поверхности Луны. С ним на юге граничит небольшое *Море Облаков*.

Среди множества кратеров недалеко от южного края Луны возвышается группа огромных цирков, самый примечательный из которых *Тихо* (Браге). Тихо образует центр большой системы лучей. Видимые уже в театральный бинокль, эти лучи простираются дальше по поверхности Луны как лучи какого-то другого кратера. Один луч пересекает многие кратеры и проходит через Море Ясности. Высота вала Тихо различна: в то время как на северо-западе она составляет лишь около 2000 м, в других местах она достигает 5100 м (т. е. выше, чем Монблан — высочайшая вершина Европы, высотой 4807 м). Три больших цирка *Магинус*, *Клавий* и *Лонгомонтан* образуют вместе с Тихо прямоугольник.

12-й день

У северной границы Моря Дождей, недалеко от кратера Платон, теперь можно наблюдать один из красивейших объектов — *Залив Радуг*. Это почти круглая «бухта» Моря Дождей, состоящая из вала высотой 5000 м. Если продолжить линию этой горной стены на восток, то мы встретимся с двумя малыми

кратерами *Геродот* и *Аристарх*. Последний превосходит по яркости даже самый яркий кратер *Прокл*.

Приблизительно на одной высоте с Коперником находится значительно меньшего размера кратер *Кеплер*, из которого тоже расходитя система лучей. Намного южнее можно увидеть цирк *Летрон* [на карте не показан. — *Ред.*], который одновременно образует «берег» Океана Бурь. Южнее его начинается *Море Влажности*, на северном краю которого находится цирк *Гассенди*.

14-й день

Это приблизительно время полнолуния. Становятся доступны для наблюдения последние, близкие к краю детали лунной поверхности. На высоте *Геродота* и *Аристарха* лежит вытянутый цирк *О. Струве* [не показан на карте. — *Ред.*], в середине края Луны также большие кратеры *Риччиоли* и *Гримальди*. Внутренняя поверхность последнего в некоторых частях такая же темная, как *Платон*. В южной части совсем у края Луны можно найти цирк *Шиккард*.

После полнолуния

Теперь те же самые объекты перестают быть видимыми в той же последовательности, в какой они появлялись при росте Луны. Наблюдение поверхности Луны и теперь не теряет своего значения: падение солнечных лучей с другой стороны позволяет наблюдать уже знакомые объекты при совершенно других условиях освещения.

Затмение нашего дневного светила повергало древних в смятение. Невежество, суеверия и религиозные представления приводили к неверным толкованиям этого явления. Исторические рассказы говорят о панике «в предчувствии» конца мира и о крикунах, которые, например в древнем Китае, хотели шумом отпугнуть дракона, якобы грозившего проглотить Солнце.

Одна из самых древних записей относится к 2163 году до нашей эры. Китайские астрономы Хи и Хо не предсказали затмения Солнца. Когда же их во время затмения нашли пьяными, они были тут же казнены. Другие сообщения рассказывают о воинах, которые с началом затмения в середине сражения побросали свое оружие и бежали.

Как же в действительности происходит затмение Солнца? Мы знаем, что видимый путь Луны образует с эклиптической угол 5° , т. е. при максимальных отклонениях Луна может находиться в 5° к северу или в 5° к югу от этой линии. Каждый месяц Луна дважды пересекает эклиптику — один раз при движении в северном, другой раз — в южном направлении. Если Луна и Солнце одновременно оказываются в этих точках (узлах), то мы их видим на одном луче зрения; мы видим Луну прямо перед Солнцем. Так как Луна ввиду небольшого расстояния от нас представляется нам тех же размеров, что и Солнце, то для земного наблюдателя она иногда закрывает все Солнце целиком;

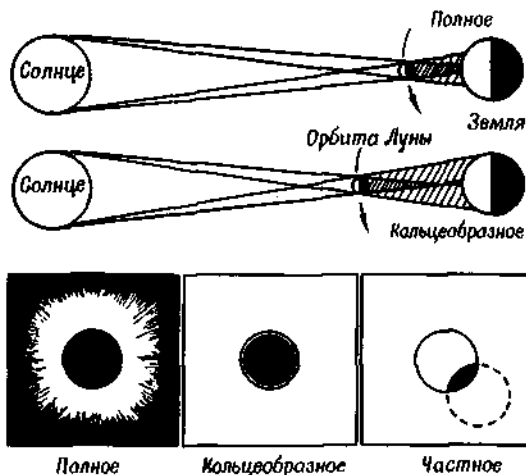


Рис. 24. Механизм и виды солнечных затмений.

мы наблюдаем *полное солнечное затмение* (рис. 24).

Ширина конуса полной лунной тени составляет на Земле самое большее 250—300 км; только внутри этой зоны наблюдается полное солнечное затмение. Зона полной тени окружена значительно более протяженной областью полутени, в пределах которой лишь большая или меньшая часть Солнца закрывается Луной. Это *частное затмение Солнца*.

Луна описывает вокруг Земли эллиптическую орбиту, поэтому расстояние между ними не всегда одинаково. Если в момент прохождения узлов Луна находится вблизи

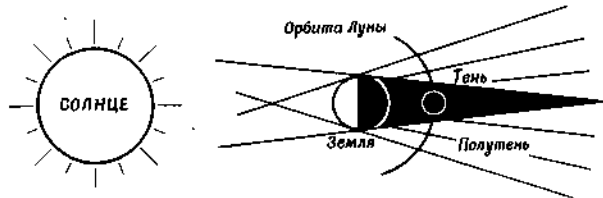


Рис. 25. Механизм лунных затмений.

более отдаленной точки, то при центральном покрытии Солнца она может закрыть не весь его диск, и остается видимым яркое внешнее кольцо солнечного диска. В этом случае говорят о *кольцеобразном солнечном затмении*.

Собственно говоря, при солнечном затмении мы имеем дело отнюдь не с действительным потемнением; яркость Солнца сохраняется в течение этого процесса, оно только экранируется для наблюдателя, расположенного в зоне тени. Малый диаметр зоны полного затмения также является причиной того, что для определенного пункта на Земле полные затмения случаются редко.

Лунное затмение — явление совсем другого рода (рис. 25). Здесь Луна действительно «затемняется» при вступлении в область земной тени. При этом вначале она пересекает полутень, затем тень и после этого снова выходит в область полутени. Конусообразная тень Земли имеет размер в сечении на расстоянии Луны в три раза больше, чем диаметр Луны, поэтому при центральном прохождении Луне требуется около трех часов, чтобы пересечь область тени. И здесь услови-

ем является положение Луны в непосредственной близости от узла, поскольку тень от Земли падает вдоль эклиптики.

Если имеет место нецентрального прохождение Луны через земную тень, то происходит частное лунное затмение. Кольцеобразных затмений Луны, какие бывают у Солнца, вследствие большего размера земной тени не бывает. Из того факта, что Луна затмевается Землей, вытекает, что лунное затмение можно наблюдать лишь в полнолуние (так же как солнечное затмение лишь в новолуние).

Во всяком случае совершенно темной Луна не становится. Воздушная оболочка Земли преломляет солнечный свет, в результате чего он попадает на поверхность затмевающейся Луны. Так как воздух наиболее прозрачен для красных лучей, Луна кажется коричневатомедно-красной. В зависимости от погоды — ясная безоблачная атмосфера свободнее пропускает лучи — окраска затемненной Луны колеблется от светло-красной до почти полного отсутствия видимости.

При условии ясности неба лунное затмение видимо для всех наблюдателей на ночной стороне Земли. Это тоже одна из причин того, почему лунные затмения кажутся более частыми, чем солнечные. В то время как последние всегда видны лишь для небольшой части земной поверхности, на которую падает конус лунной тени, лунные затмения видны с половины земного шара. В действительности лунные затмения происходят реже; в то время как каждый год происходит по меньшей мере два солнечных затмения, бывают

годы без единого затмения Луны. Итак, для всей Земли чаще видны солнечные, а для отдельного наблюдателя — лунные затмения.

Вычисления затмений начали производить уже тысячи лет назад. Из опыта было известно, что в течение промежутка времени около 18 лет (цикл *сарос*) затмения всегда повторялись в одной и той же последовательности. Однако тогда еще не знали истинных причин этой периодичности. В настоящее время можно предсказывать затмения с точностью до секунд.

Возможность определения времени прошедшего затмения не раз помогала историкам правильно определить даты некоторых событий. Так, например, из старых письменных источников историки знали, что в первый год войны между Спартой и Афинами произошло кольцеобразное солнечное затмение. Расчеты астрономов показали, что в то время в Греции было видно лишь одно затмение, а именно 3 августа 431 года до нашей эры. Так удалось установить дату начала этой войны.

Наблюдения солнечного затмения настолько важны для астрономов, что посылаются экспедиции в зону полного затмения. В краткие минуты полной фазы осуществляется в точности рассчитанная и тщательно продуманная программа. Ведутся наблюдения короны, протуберанцев, радиоизлучения Солнца и многого другого, чтобы получить новые научные результаты.

Сотни тысяч любителей и просто зрителей собираются в зоне полного затмения,

чтобы самим пережить великое явление природы, производящее большое впечатление и на людей XX века: небо становится бледно-желтым и таким же темным, как в лунную ночь, на дневном небе видны яркие звезды, температура воздуха заметно падает, и животные укрываются в свои норы и загонь.

Ближайшее частное затмение Солнца, которое будет видно у нас, произойдет в мае 1966 г. Но еще до тех пор наблюдателю представится возможность быть свидетелем нескольких лунных затмений.

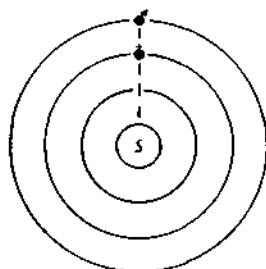
П л а н е т ы

Девять больших планет и множество астероидов являются постоянными спутниками Солнца. В зависимости от их расположения относительно Земли и Солнца различают *внутренние* (находящиеся между Солнцем и Землей) планеты — *Меркурий* и *Венера* — и *внешние* (движущиеся дальше земной орбиты) — *Марс*, *Юпитер*, *Сатурн*, *Уран*, *Нептун*, и *Плутон*. Основные данные о них содержит таблица 2 в приложении к книге.

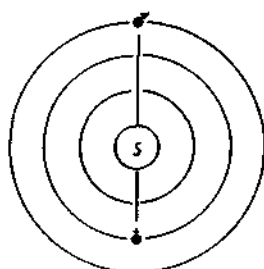
Условия видимости планет на звездном небе в зависимости от времени, места и блеска настолько различны, что их отыскание на небе возможно лишь с помощью описаний¹.

Уясним себе прежде всего некоторые понятия, которые помогут лучше усвоить описания отдельных планет.

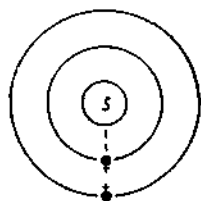
¹ Они приводятся, например, в «Астрономическом календаре» ВАГО на каждый год или в «Астрономическом ежегоднике». — *Прим. перев.*



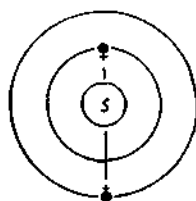
Противостояние



Соединение



Нижнее соединение



Верхнее соединение

Рис. 26. Противостояние и соединение планет.

Условия видимости решающим образом зависят от положения планеты относительно Солнца и Земли (*конфигурация*) (рис. 26). Если планета видна на небе (при наблюдении с Земли) в направлении, противоположном Солнцу, то она находится в *противостоянии* (*оппозиции*) и тогда она видна всю ночь. Как следует из рисунка, в оппозиции могут находиться лишь внешние планеты. Если планета видна в направлении на Солнце, то говорят о *соединении*; в этом случае мы ее не видим из-за яркого солнечного света. Из рисунка видно, что для внутренней планеты возмож-

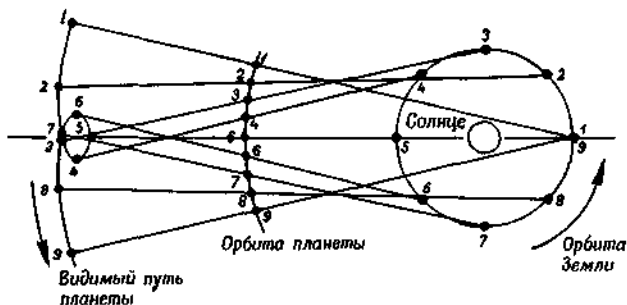


Рис. 27. К объяснению попятного движения планет.

ны два различных соединения: когда планета расположена между Землей и Солнцем (нижнее соединение) и когда она находится за Солнцем (верхнее соединение). Мы видим ее только тогда, когда она имеет достаточно большое угловое расстояние от Солнца к востоку или к западу (элонгация).

Так как эллиптические орбиты планет всегда имеют малый наклон к эклиптике, мы всегда должны искать их в непосредственной близости от нее, т. е. в поясе зодиакальных созвездий. При наблюдении за движением внешних планет относительно звезд в течение нескольких дней уже можно иногда заметить удивительное явление. Обычно планеты движутся в «прямом» направлении с запада на восток. Временами же они не меняют своего положения, а затем начинают «попятное» движение, т. е. с востока на запад, потом некоторое время стоят и вновь начинают движение в прежнем направлении: их видимый

путь образует при этом петлю (рис. 27). Это видимое движение отражает тот факт, что к действительному движению планеты добавляется еще и движение Земли как места наблюдателя. Земля по причине ее меньшей удаленности от Солнца имеет большую орбитальную скорость, чем внешние планеты, поэтому она «опережает» их. Вследствие этого и из-за изменения склонения планет образуется петля в их видимом пути. Попытное движение внутренних планет происходит вблизи нижнего соединения.

Меркурий

Это ближайшая к Солнцу планета, обращающаяся по орбите со средним радиусом приблизительно 60 млн. км; при этом его расстояние от Земли меняется от примерно 80 до 220 млн. км. Диаметр Меркурия не достигает даже половины земного, и он относится, следовательно, к более мелким из больших планет. Вследствие малости силы тяготения он также может удержать лишь очень тонкую атмосферу, что опять-таки приводит к беспрепятственному поглощению и излучению его поверхностью солнечного тепла. По-видимому, Меркурий, как и Луна, совершает связанное вращение. При этом за долгие «день» и «ночь» возникают большие температурные различия: значения температуры заключены между $+400^{\circ}$ на дневной и -100° на ночной стороне.

Из-за малого расстояния от Солнца максимальная элонгация Меркурия (и восточная

и западная) составляет лишь 27° , так что мы всегда видим его в непосредственной близости от Солнца. Поэтому условия его наблюдений очень трудны — Солнце всегда следует перед ним или за ним и затем снова скрывает его от наших глаз. (Незадолго до своей смерти Коперник сожалел о том, что никогда не мог наблюдать эту планету.)

Из-за большого наклона плоскости эклиптики к горизонту для наблюдений удобнее всего вечерние сумерки весной и утренние — осенью. При наблюдении в телескоп можно убедиться, что фаза Меркурия меняется, как у Луны: он предстает перед нами как более или менее освещенный серп или как маленький диск. Меркурий может достигать блеска — 1^m .

Венера

Она очень похожа на Землю по своей величине, массе и плотности. Ее орбита, удаленная от Солнца в среднем примерно на 110 млн. км, представляет собой почти окружность. Хотя плоскость орбиты Венеры незначительно наклонена к плоскости земной орбиты, в большинстве нижних соединений она проходит выше или ниже Солнца. Редкое явление прохождения Венеры по диску Солнца раньше использовалось для вычисления расстояния Земля — Солнце; оно случается даже не каждое столетие (ближайшее состоится в 2004 г.).

Хотя Венера при ее малом от нас расстоянии является соседней с нами планетой, с ней до сих пор связан целый ряд загадок. При-

чиной этого в первую очередь является ее плотная атмосфера, из-за которой нельзя исследовать поверхность самой планеты, а можно видеть лишь отраженный толстым слоем облаков солнечный свет.

Вопрос о вращении Венеры также не решен окончательно. Основной метод — наблюдение движения заметно выделяющихся точек поверхности планеты — в этом случае не годится. Другая возможность определения периода вращения состоит в измерении излучения планеты. На дневной половине Венеры температура около $+100^{\circ}\text{C}$, на ночной — около -25°C . Соответствующие наблюдения приводят к значению периода вращения 25 дней. Другие данные указывают, однако, на связанное вращение, как у Луны¹.

Условия *видимости* Венеры, как и Меркурия, зависят от ее положения относительно Земли и Солнца. Максимальная (восточная или западная) элонгация Венеры равна 47° , и поэтому, а также ввиду большого наклона плоскости эклиптики к горизонту планета эта в отличие от Меркурия видна над горизонтом в течение нескольких часов. Перед

¹ Новые исследования Венеры при помощи радиоастрономических методов, проведенные в СССР и США, а также наблюдения американского космического корабля «Маринер-2», показали, что температура поверхности Венеры, вероятно, составляет около $+400^{\circ}\text{C}$, а атмосферное давление достигает десятков атмосфер; установлено, что Венера вращается вокруг своей оси в обратном направлении с периодом около 250 суток. Низкие температуры, ранее измеренные на Венере (-40°C), относятся к вершине облачного слоя, окружающего планету. — *Прим. ред.*

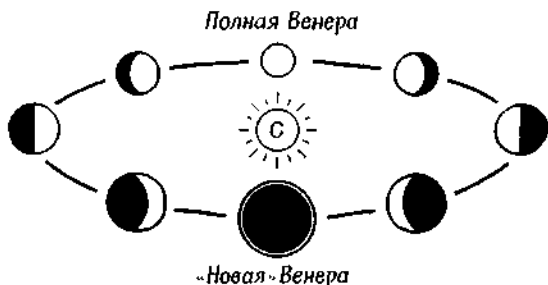


Рис. 28. Фазы и видимый размер Венеры.

наступлением темноты или на рассвете она сияет как вечерняя или утренняя звезда, а при благоприятных условиях ее можно наблюдать даже в дневное время. Венера достигает блеска от -3^m до -4^m и тем самым может считаться самым ярким светилом после Солнца и Луны.

Уже в бинокль вблизи нижнего соединения у Венеры (как и у Меркурия) можно заметить смену фаз (рис. 28). «Полная Венера» вблизи верхнего соединения не видна для нас, так как тогда она находится на максимальном расстоянии и имеет минимальный видимый диаметр. Когда она приближается к наибольшей элонгации, то имеет вид серпа. Так как она одновременно приближается к Земле, ее диаметр увеличивается. При дальнейшем приближении к Земле ее видимый диаметр возрастает, серп становится все уже, до тех пор пока в нижнем соединении не наступит «нововенерие» (обычно невидимое)

при минимальном расстоянии от Земли. При этом ее видимый диаметр составляет одну минуту дуги. Максимального блеска она достигает за 35 дней до и через 35 дней после нижнего соединения.

Земля

То, что Земля является лишь одной из планет в ряду многих таких же или подобных тел, стало достоянием науки не так давно. До позднего средневековья церкви удавалось отстаивать и утверждать легенду о центральном положении Земли.

При экваториальном диаметре 12 740 км Земля принадлежит к числу меньших из больших планет. Ее расстояние от Солнца изменяется в пределах от 147,5 до 152,5 млн. км. Среднее расстояние 149,5 млн. км используется в качестве единицы расстояния в Солнечной системе (а. е. — астрономическая единица). Земля движется по орбите со скоростью 30 км/сек и совершает оборот вокруг Солнца за время несколько более 365 суток. Так как ось Земли в течение оборота вокруг Солнца остается параллельной самой себе в пространстве, то благодаря изменению угла падения солнечных лучей на поверхность Земли попеременно в северном и южном полушариях меняются времена года.

Наклон земной оси на $23^{\circ},5$ к перпендикуляру к плоскости эклиптики является также причиной возникновения зон различного освещения на Земле (рис. 29).

Во всех точках полосы вдоль экватора (между $23^{\circ},5$ северной и $23^{\circ},5$ южной широ-

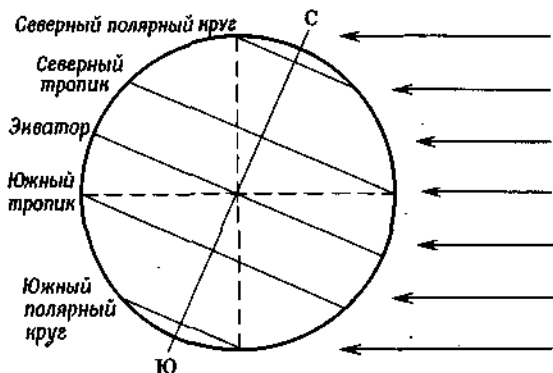


Рис. 29. Наклон земного экватора к падающему потоку солнечных лучей обуславливает появление особых параллелей и зон различной освещенности на Земле.

ты) по меньшей мере один раз в году Солнце стоит в зените. Место, из которого Солнце видно в зените, постоянно перемещается между этими двумя параллелями; достигнув их, оно каждый раз поворачивает в обратном направлении (круги поворота). Поэтому температуры в экваториальном поясе всегда очень высоки; эту зону называют *тропиками*.

Обе полярные области также ограничены особыми параллелями (полярные круги), которые отстоят от обоих полюсов на $23^{\circ},5$ (т. е. от экватора на $66^{\circ},5$). В северной полярной зоне зимой в течение полугода господствует темнота (так называемая полярная ночь). В то же самое время вблизи южного полюса

«днем и ночью» светит Солнце (так называемое полуночное Солнце), а в следующей половине года — наоборот. Эти области называют *полярными зонами*.

Между тропиками и полярными зонами лежат две *умеренные зоны*.

Смена дня и ночи на Земле зависит от ее вращения. Верхняя кульминация Солнца определяет, как известно, полдень (12 часов). Самое глубокое положение Солнца под горизонтом, так называемая нижняя кульминация, является исходной точкой для отсчета времени суток. Так как, строго говоря, для разных точек земной поверхности, лежащих на разных меридианах, верхняя кульминация Солнца происходит в разное время, то и время в каждом пункте по отношению к пунктам, находящимся восточнее или западнее его, будет другим. Так фактически и было до конца XIX века. Путешественник, едущий в восточном или западном направлении, должен был в каждом пункте переводить стрелки своих часов.

На международной конференции в интересах развития хозяйства, торговли и транспорта было решено ввести *поясное время*. Поверхность земного шара разделили на 24 пояса. Все жители какого-либо пояса ставят свои часы по кульминации Солнца на главном меридиане этого пояса. Время соседних поясов отличается на один час. ГДР и ФРГ живут по средневропейскому времени (восточная долгота главного меридиана равна 15°), тогда как западно- и восточноевропейские страны живут каждые по своему времени

(долготы главных меридианов 0 и 30° соответственно).

Путешественник, едущий на восток, переводит свои часы на час вперед в каждом поясе. Наконец, он «выигрывает» при своей поездке день; при возвращении он «потерял» бы день. Чтобы избежать этих трудностей в исчислении суток, меридиан с долготой 180° объявлен *линией изменения дат*. При переходе этой линии календарь соблюдается благодаря тому, что «лишний» день опускается, а «потерянный» считается за два.

О том, как можно использовать этот факт, рассказывает смешная история о двух соседях, живших вблизи линии изменения дат. Один из них, миссионер, каждую неделю переходил эту линию дважды, и потому имел 104 воскресенья в году. Другой, торговец, делал то же самое в обратном направлении; это привело к тому, что он вообще не имел воскресных дней.

На основании наблюдений был сделан вывод, что Земля имеет форму шара. Однако точные измерения показали наличие отклонений от этой привычной формы, которые говорили о том, что благодаря появляющейся при вращении центробежной силе Земля сплюснута у полюсов и вздута на экваторе. Такое тело с сечением в виде эллипса называют эллипсоидом вращения. Более поздние исследования показали, что имеются отклонения и от этой фигуры: из-за неравномерного распределения масс в теле Земли отвес не во всех точках земной поверхности показывает вертикальное направление. Действительную

форму Земли без учета рельефа (поверхность моря!) называют *геоидом*.

Притяжение Луны и Солнца вызывает на Земле *приливы и отливы*. Им подвержено прежде всего легкоподвижное вещество — вода, которая под действием притягивающей силы движется по Земле. Оба перемещающихся «горба» воды, вызванные притяжением Солнца и Луны, называют приливом, а следующие за ними углубления — отливом. Несмотря на значительно большую массу Солнца, сила притяжения Луны производит большее действие, так как Луна значительно ближе к нам. Когда Солнце и Луна находятся, если смотреть с Земли, одно против другого или как раз одно за другим, суммарная сила их притяжений может значительно возрасти: тогда случается большой прилив. Когда же направления на Солнце и Луну составляют прямой угол, то силы их притяжений частично компенсируют друг друга, и имеют место малые приливы (рис. 30).

Так как приливы и отливы являются в основном результатом действия Луны, то приливные горбы следуют суточному движению Луны, как мы видим его вследствие вращения Земли. Поэтому прилив и отлив сменяются дважды не за 24 часа, а за 24 часа 50 минут. Каждый день прилив и отлив происходят в разное время.

Земля окружена газовой оболочкой, которую мы называем атмосферой. Она обладает слоистой структурой; плотность, состав и температура ее слоев меняются с высотой

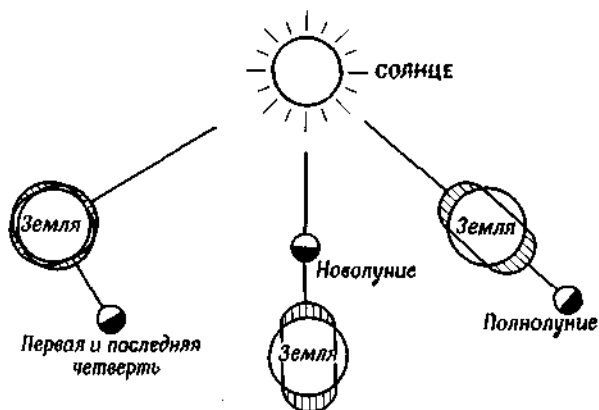


Рис. 30. Приливы и отливы при различных положениях Луны по отношению к Земле.

(тропосфера, стратосфера, ионосфера, экзосфера). К важнейшим газовым составляющим атмосферы относятся азот (78%) и кислород (21%).

Для астрономических наблюдений, которые должны выполняться через земную атмосферу (если не говорить пока о наблюдениях с аэростатов и ракет), воздушная оболочка Земли важна постольку, поскольку она уменьшает интенсивность и изменяет состав¹ излучения, идущего от небесных тел, а некоторые виды излучения вообще «скрывает» от нас и как оптический слой с различной ме-

¹ Речь идет о спектральном составе. — Прим. перев.

нящейся толщиной вызывает появление так называемого атмосферного лучепреломления.

Марс

Эта планета является для нас, пожалуй, самой интересной. Относительно малое расстояние до нее (в особо удобных случаях около 55 млн. км) и ее тонкая атмосфера обеспечивают хорошие возможности наблюдений. Поэтому поверхность Марса изучена сравнительно хорошо (рис. 31).

Диаметр планеты немного больше $\frac{1}{2}$ земного; наклон плоскости экватора к плоскости эклиптики близок соответствующей величине для Земли, так что смена времен года происходит, как на Земле; только вследствие большего периода обращения вокруг Солнца времена года вдвое длиннее. По причине малой массы сила притяжения на поверхности Марса составляет около трети земной.

Отсюда следует, что атмосфера Марса должна быть тонкой. Но для неприхотливых низших форм растительной жизни этого может быть достаточно.

На поверхности этой планеты видны светлые и темные области оранжевой окраски и большой площади, считающиеся подобными пустыням и придающие Марсу типичную для него красноватую окраску. Наряду с ними есть равнины, которые в теплые времена года на Марсе выглядят бледно-зелеными или коричневатыми. Предполагается, что эти области обладают низшими формами растительности, как, например, мхи и лишайники.

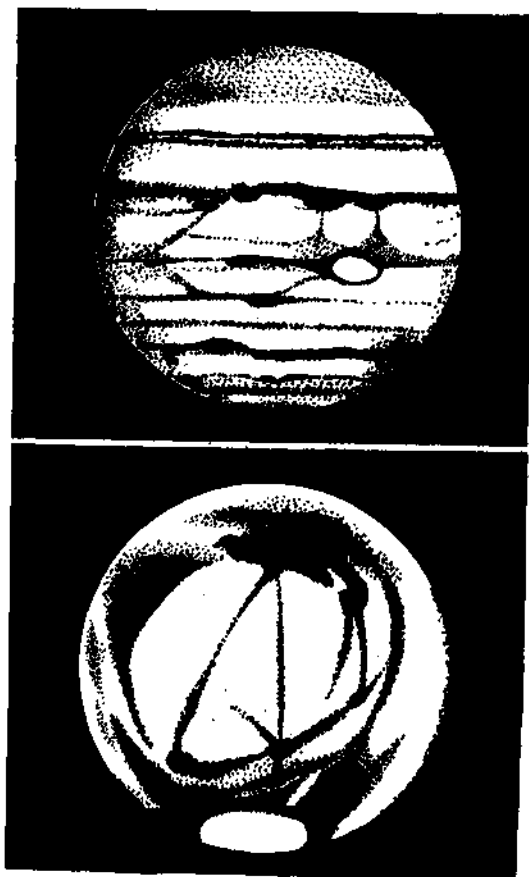


Рис. 81. Юпитер (вверху) и Марс (внизу).

Высшие растения или животный мир вряд ли могут существовать на Марсе, согласно современным представлениям, а если они и существуют, то это должен быть совершенно другой животный и растительный мир. Интересны венчающие полюса планеты белые пятна. Эти полярные шапки испытывают сильные изменения в период марсианских лета и зимы, так что напрашивается сравнение с таянием льда в наших полярных зонах. Конечно, в случае полярных шапок Марса вследствие тонкой атмосферы речь может идти только о слое инея на поверхности планеты.

Более чем 80 лет назад большое внимание привлекло открытие итальянского астронома Скиапарелли, наблюдавшего на Марсе ряд пересекающихся темных линий, которые он назвал «каналами». Хотя он при этом и не подразумевал искусственные сооружения, его открытие повлекло за собой долгое время обсуждавшиеся всеми предположения о существовании обитателей Марса — творцов этой большой системы каналов. К удивительным результатам привели попытки фотографировать каналы. Всегда оказывалось, что на проявленных пластинках их едва можно увидеть. В настоящее время склоняются к мнению, что в случае большинства каналов речь идет об оптическом обмане, так как глаз на пороге своей чувствительности часто воспринимает неправильные детали как прямые линии¹.

¹ Снимки поверхности Марса, полученные летом 1965 г. американским космическим кораблем «Мари-

Два спутника сопровождают Марс на малом расстоянии от него, — *Фобос* и *Деймос*.

Возможности наблюдений Марса очень различны. В зависимости от своего положения относительно Земли и Солнца он выглядит как явно красноватая звезда от +2 до —3 звездной величины. Из описанных деталей в малые телескопы видно очень мало: маленький желто-красный диск и светлые полярные шапки.

Астероиды

Орбиты этих планет малых и мельчайших размеров размещаются преимущественно между Марсом и Юпитером. Некоторые из них, правда, имеют столь вытянутые эллиптические орбиты, что они пересекают пространства, составляющие значительную часть всей Солнечной системы. Астероид *Икар*, например, приближается к Солнцу ближе, чем все другие планеты (поэтому он и назван по имени греческого мифического героя, который сгорел, потому что слишком приблизился к Солнцу). Первый астероид был открыт более 150 лет назад. Этому способствовало исследование известных уже тогда расстоя-

нер-4 с близкого расстояния, показали, что атмосфера Марса гораздо менее плотна, чем это предполагалось, и состоит из азота, углекислого газа и аргона. На поверхности планеты обнаружены многочисленные кратеры диаметром от нескольких километров до нескольких сотен километров. По мнению американских ученых, новые данные о Марсе не опровергают и не подтверждают предположений о жизни на этой планете. — *Прим. ред.*

ний в Солнечной системе. Астроном Тициус нашел следующую закономерность, которая позднее была опубликована Боде (правило Тициуса — Боде):

Планета	Среднее расстояние по Тициусу	Действительное расстояние
Меркурий	$0 \times 3 + 4 = 4$	3,9
Венера	$1 \times 3 + 4 = 7$	7,2
Земля	$2 \times 3 + 4 = 10$	10,0
Марс	$4 \times 3 + 4 = 16$	15,2
	$8 \times 3 + 4 = 28$	
Юпитер	$16 \times 3 + 4 = 52$	52,0
Сатурн	$32 \times 3 + 4 = 100$	95,5

Числа, получаемые согласно установленной закономерности, очень хорошо совпадают с действительными расстояниями планет от Солнца, но между Марсом и Юпитером имеется явный пробел. Отсюда Тициус заключил, что в этом месте должна быть еще не открытая планета. Усиленные наблюдения подтвердили вскоре существование не только одной, а нескольких таких планет. То обстоятельство, что все больше малых планет находили преимущественно в этой области, привело к представлению, поддерживаемому и в настоящее время, о том, что астероиды являются частями большой планеты, распавшейся на куски. Эта теория опирается на тот факт, что астероиды, по-видимому, часто имеют неправильную форму обломков. Кроме помощи, оказанной им при открытии астерои-

дов, правило Тициуса — Боде не имеет особого значения.

Для повторного отыскания слабо светящихся малых тел, в большинстве своем быстро выходящих из зоны наблюдений, и для вычисления их орбит много сделал знаменитый математик Гаусс. Крупнейшие астероиды имеют диаметр до 750 км.

Из астероидов любителю доступны для наблюдений два ярчайших — *Церера* и *Паллада* (на ближайшем расстоянии от Земли их блеск равен соответственно $7^m,5$ и 7^m). Лишь четыре из известных астероидов видны в большие телескопы как диски.

Ю п и т е р

Это гигант среди планет. Диаметр его экватора более чем в десять раз превышает земной, но полярный диаметр заметно меньше: планета имеет значительное сжатие. Это может служить указанием на большую величину скорости вращения вокруг своей оси; сутки на Юпитере продолжаются менее 10 час, год же, наоборот, около 12 земных лет. Масса его в 318 раз больше земной, а сила притяжения в 2,7 раза больше, чем на Земле.

Большая сила притяжения Юпитера удерживает вблизи планеты плотную атмосферу. Температура, согласно измерениям, составляет около -130°C (на стороне, обращенной к Солнцу), так как доходящее до него излучение Солнца из-за огромного расстояния значительно меньше, чем попадающее на Землю.

Поверхность планеты непосредственно наблюдать нельзя из-за плотного слоя облаков, однако последний представляет собой интересную картину (см. рис. 31). Несмотря на постоянные изменения, можно почти всегда различить несколько красновато-коричневых полос, параллельных светлomu экваториальному поясу. Наряду с этим часто появляются более или менее крупные темные пятна, из которых одно привлекает особое внимание наблюдателя — так называемое *Большое Красное Пятно*. Это овальное образование величиной более полумиллиона квадратных километров было открыто около 80 лет назад в южном полушарии планеты. С тех пор оно изменилось по своей величине и окраске и в настоящее время видимо в большинстве случаев как белое облако.

Спутники Юпитера (не говоря о Луне) были первыми спутниками, увиденными человеком. В 1610 году итальянский астроном и физик *Галилей* первый с помощью самостоятельно построенного телескопа наблюдал рядом с диском Юпитера четыре яркие светящиеся точки. Изменение положения этих «звезд» очень скоро привело его к выводу о том, что он имеет дело со спутниками планеты. Позднее были открыты, кроме этих, еще восемь спутников, намного более слабых, чем четыре первых.

Четыре ярких спутника: *Ио, Европа, Ганимед* и *Каллисто* — имеют внушительную величину. Ганимед превосходит по размерам даже Меркурий. Используя затмение первого спутника Юпитера — его вступление в

конус тени Юпитера — датский астроном Олаф Рёмер почти 300 лет назад определил скорость света.

При наблюдении Юпитера, который может достигать блеска -3^m , уже в малый телескоп можно увидеть несколько темных полос облаков. Неизменно интересным оказывается наблюдение меняющегося положения спутников. Уже в течение нескольких часов происходят заметные изменения в их конфигурации.

С а т у р н

Со своей неподражаемой системой колец он представляет прекрасное зрелище (рис. 32). Сатурн относится к планетам-гигантам, подобным Юпитеру; его диаметр больше земного почти в десять раз. Из-за большой скорости собственного вращения сжатие его, как и Юпитера, очень велико. Несмотря на большие размеры планеты, сила тяжести на ней лишь чуть больше, чем на Земле, так как ее вещество обладает низкой плотностью. Атмосфера подобна юпитерианской, температура на «солнечной» стороне из-за еще большего удаления от Солнца составляет -150°C . В атмосфере этой планеты тоже имеются темные полосы.

Окружающая Сатурн в экваториальной плоскости *система колец* бросилась в глаза уже Галилею при его наблюдениях. Несмотря на это, до выяснения природы этих колец прошло еще некоторое время. Это объясняется прежде всего тем, что ориентация кольца по отношению к Земле постоянно изменяется



Рис. 32. Сатурн.

благодаря вращению Сатурна вокруг Солнца: мы смотрим на кольцо попеременно то с севера, то с юга, иногда с ребра (в плоскости кольца), так что при этом его либо очень трудно, либо совсем нельзя различить. Сейчас известно, что кольцо состоит из множества мельчайших частиц, обращающихся вокруг Сатурна как спутники. Система состоит из наружного и несколько более широкого внутреннего кольца. Их разделяет свободный промежуток (так называемая щель Кассини). К внутреннему кольцу изнутри примыкает еще одно более слабо светящееся кольцо.

Девять спутников Сатурна очень отличаются по размерам и только самый большой, *Титан*, настолько яркий, что его можно видеть даже в хороший бинокль или малый телескоп. Он превосходит по размерам планету Меркурий и, вероятно, имеет атмосферу.

Наблюдение Сатурна из-за прекрасного кольца очень захватывает, причем малый телескоп с увеличением около 30 раз уже поз-

воляет разглядеть кольцо. Планета достигает звездной величины 0^m и кажется желтоватой.

У р а н

Это была первая планета, открытая в 1781 г. после пяти описанных выше и известных еще с древности. Диаметр Урана превосходит земной приблизительно в четыре раза. Но из-за низкой плотности вещества сила тяжести на поверхности Урана даже меньше, чем на Земле. Более чем за 80 лет он совершает один оборот вокруг Солнца. При этом он вращается вокруг своей оси, которая так сильно наклонена к его орбите, что почти совпадает с ее плоскостью; поэтому Уран, так сказать, «катится» вперед по своей орбите. Плотная атмосфера и большое расстояние от Солнца приводят к тому, что температура на Уране держится около -170°C . Вокруг планеты обращаются пять спутников.

Наблюдение этой зеленоватой планеты невооруженным глазом возможно лишь при особенно благоприятных условиях, так как ее блеск составляет около 6^m . Но в бинокль Уран ясно виден как светило, совершающее медленное движение среди неподвижных звезд.

Н е п т у н

Эта по величине подобная Урану планета интересна прежде всего историей своего открытия, так как она была обнаружена путем вычислений. Ее масса, плотность и сила тяжести на ней тоже соответствуют Урану. Неп-

тун обладает атмосферой, а температура на нем — 200°C . Из-за большого расстояния очень трудно различить детали на его поверхности. Один из двух спутников Нептуна может вообще наблюдаться только на фотографиях.

Наблюдение Нептуна еще возможно с помощью бинокля (он достигает блеска 8^m).

П л у т о н

Плутон был открыт в 1930 г. фотографическим путем. Эта самая далекая от Солнца планета имеет яркость 14^m и поэтому доступна только очень большим инструментам. Но и тогда она выглядит как точка. Из-за большого расстояния все параметры планеты весьма неопределенны. Диаметр Плутона составляет, по-видимому, от 0,5 до 1,1 диаметра Земли. Орбита Плутона настолько вытянута (эллиптическая), что пересекается с орбитой Нептуна; кроме того, она имеет сильный наклон к эклиптике.

Спутников Плутона еще не удалось обнаружить. Пока не найдено также никаких признаков давно ожидавшейся десятой «трансплутоновой» планеты.

К о м е т ы

В древности появление на небе яркой кометы повергало людей в страх. Незнание действительной природы явлений делало кометы в глазах людей предвестником ужасных событий, таких, как война и эпидемии. Появление

комет лишь кажется редким событием, так как большинство из них видны только в средние и большие телескопы. К известным ранее добавились теперь многочисленные кометы, которые прежде были невидимы ввиду недостаточных оптических средств наблюдений. В настоящее время каждый год открывают по несколько комет. Так как известно, что простым глазом видны только немногие из них, то общее число комет оценивается в несколько миллионов или миллиардов.

Большинство комет можно разложить на три составные части: ядро, окружающую его оболочку (ко́му) и (не всегда имеющийся) хвост (рис. 33). Звездообразное ядро образует важнейшую составную часть кометы; хотя оно имеет малые размеры, но содержит в себе основную массу кометы.

Под влиянием солнечного излучения газообразная составляющая кометы частично покидает ядро и образует оболочку и хвост. В то время как ядро имеет диаметр предположительно до 1000 км, диаметр оболочки может достигать десятков и сотен тысяч километров. Хвост, длиной часто до нескольких миллионов километров, образуется только тогда, когда комета достаточно приблизится к Солнцу; он при этом сильно отталкивается Солнцем.

О вероятном строении комет можно узнать из спектроскопических наблюдений. Согласно этим данным, ядро представляет собой облако метеоритов, частиц льда и газа. Оболочка — облако газа, смешанного с метеоритной пылью; хвост — образование из

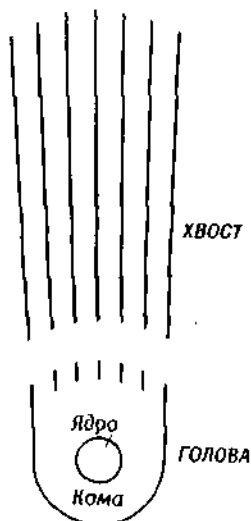


Рис. 33. Схема строения кометы.

газа, который, вероятно, давлением излучения и корпускулярного излучения Солнца выметается из ядра и оболочки.

Орбиты комет — в большинстве случаев сильно вытянутые эллипсы. Кометы со временем обращения (вокруг Солнца) не более 200 лет называют короткопериодическими (например, кометы Энке и Галлея). Если эллиптические орбиты еще больше, т. е. промежутки времени между моментами видимости комет длиннее, то такие кометы называют долгопериодическими. У некоторых комет обнаружены параболические или гиперболические орбиты. Это незамкнутые кривые.

Такие кометы не возвращаются в исходную точку и не становятся видимыми вновь. Очевидно, они не принадлежат к Солнечной системе.

Но есть много оснований считать, что орбиты этих комет все же эллиптически, но настолько вытянуты, что мы не можем зарегистрировать два их появления за исторический период времени.

Свое название каждая комета обычно получает по имени открывателя или вычислителя ее орбиты. Кроме того, каждая комета носит цифровое или буквенное обозначение, из которого можно узнать, в каком году и какой по счету в этом году она была открыта (например, комета Уиппла — Федке обозначается 1942 g, т. е. это была 7-я комета, открытая в 1942 г.).

Возникновение комет происходило, по-видимому, на большом расстоянии от Солнца. Но так как из-за малой массы они подвергались сильным воздействиям в областях притяжения намного более массивных планет или даже близких звезд, то их орбиты получили теперешнюю форму. Так, Юпитер «захватил» целую «семью» комет.

Время жизни кометы составляет лишь около миллиона лет, т. е. относительно мало. Чем чаще комета появляется вблизи Солнца — это прежде всего короткопериодические кометы, — тем быстрее испаряются газообразные частицы (из оболочки и хвоста). Постепенно Солнце разрушает и ядро так, что на месте некоторых комет остались уже потоки мельчайших частиц — метеорные потоки.

Наблюдение большинства комет из-за их ничтожной яркости возможно очень редко. В публикациях в специальной литературе о новых появляющихся кометах всегда дают их координаты, т. е. место среди звезд, так что в этом случае их можно наблюдать невооруженным глазом либо с помощью бинокля. Часто они похожи на расплывчатое пятно, иногда без отчетливо выраженного хвоста. Редкое исключение представляли собой обе яркие кометы 1957 года (Аренда—Ролана и Маркоса), из которых особенно первая около 14 дней представляла красивое и интересное зрелище даже для невооруженного глаза, а в особенности в бинокль.

Метеоры

В некоторые ночи на небе неожиданно можно увидеть появление более или менее длинных световых следов, которые исчезают также внезапно. Это *метеоры* — световые явления, возникающие при попадании внеземных малых тел в атмосферу Земли. Метеоры, которые бывают совершенно разными по яркости, известны также под названием падающих звезд. Яркость следа зависит от величины *метеорного тела*. Очень яркие метеоры (огненные шары, *болиды*) возникают от тел размером более 10 см и весом больше 2 г. Обычные метеоры связаны с телами величиной от 1 до 10 мм и весом от 2 мг до 2 г. Еще меньшие частицы видны в телескоп как «*телескопические метеоры*», а частицы меньше 0,1 мм относятся уже к космической пыли.

Метеорное тело входит в верхние слои атмосферы с большой скоростью (50 км/сек и выше). Происходит резкое столкновение с молекулами атмосферного газа, из-за которого малое тело распадается на отдельные частицы. Выделяющаяся при этом значительная кинетическая энергия распределяется вдоль всего пути; основная ее часть превращается в свет и тепло.

Видны метеоры только ночью, но, как показали радиоастрономические наблюдения, они поступают в атмосферу и днем. Исключения составляют необыкновенно яркие болиды, которые в редких случаях могут наблюдаться днем.

Ежесуточно большие количества космической материи, главным образом в виде пыли, выпадают на Землю, ее массу оценивают в 2000 т в сутки. Только очень редко достигают Земли осколки больших метеорных тел, большинство же более мелких сгорают еще на больших высотах (около 90 км).

Не каждую ночь и не каждый час можно наблюдать одинаковое число метеоров. Многолетние исследования показали, что число ежечасно появляющихся метеоров увеличивается к утру и больше осенью, чем в другие времена года. Видимое увеличение числа метеоров к утру связано с тем фактом, что в это время наше место наблюдения движется вместе с поворачивающейся Землей до некоторой степени навстречу метеорам, тем самым увеличивается вероятность столкновения Земли с метеорными телами (*суточная вариация частоты метеоров*). *Годовая вариация*, выра-

жающаяся в увеличении частоты осенью, обусловлена действующими в это время метеорными потоками.

В среднем для определенного места наблюдения можно насчитать 25 метеоров в час.

Так как метеоры видны, когда они сгорают на высотах от 80 до 100 км, то напрашивается мысль — продолжить их «след» назад до их видимой исходной точки. При этом оказывается, что следы метеоров в дни высокой метеорной активности почти все пересекаются в одной точке — *видимом радианте*. Таким образом, мы имеем дело с роем метеорных тел, исходящим из одного места. Эллиптические орбиты некоторых метеорных потоков говорят о том, что речь идет о членах Солнечной системы. Большей частью их можно отнести к определенным кометам, из которых они, очевидно, возникли. Названия свои метеорные потоки получают по латинскому обозначению созвездия, в котором лежит их видимый радиант.

Приведенный ниже список (табл. на стр. 198) содержит ряд метеорных потоков. Большинство из них возникло из известных комет, часть которых уже распалась. Приведенная частота метеоров относится ко всему небу.

Выпавшие на Землю космические тела — *метеориты* являются чаще всего *железными*; они на 91% состоят из железа, на 8% — из никеля и из других химических элементов. На втором месте по частоте выпадания стоят *каменные метеориты*, состоящие в значитель-

Метеорный поток	Созвездие	Максимум активности	Число метеоро- ров в 1 час
Квиндрантиды ¹		3 января	145
Виргиниды	Дева	3 апреля	20
Лириды	Лира	22 апреля	40
Эта-Аквариды	Водолей	5 мая	120
Стрелец - Скорпиониды	Стрелец — Скорпион	14 июня	20
Дельта-Аквариды	Водолей	3 августа.	40
Персеиды	Персей	11 августа	300
Ориониды	Орион	19 октября	50
Тауриды	Телец	13 ноября	25
Леониды	Лев	16 ноября	20
Геминиды	Близнецы	12 декабря	50

¹ Созвездие Квиндрант теперь не существует; радиант этого метеорного потока находится в области созвездий Дракон, Геркулес, Волопас.

ной степени из кислорода, кремния, магния и железа. Похожие на стекло тела от темно-зеленого до черного цвета называют *стеклянными* метеоритами. Но их внеземное происхождение не является окончательно установленным. Специальные методы шлифования и травления позволяют надежно отличить метеоритное железо от земного.

Падение больших метеоритов—очень редкое событие. Между тем известны случаи, равносильные катастрофе. В Аризоне (Северная Америка) как немой свидетель такого падения осталась огромная воронка-кратер диаметром больше 1 км и глубиной 175 м. Так как катастрофа произошла очень давно (передаваемые из поколения в поколение сказания коренных индейцев, позже записанные, рассказывают об этом), трудно сейчас сказать что-нибудь о самом падении. Около 18 000 кг метеоритного железа могло быть скрыто в земле, но, согласно расчетам, метеорит должен был иметь диаметр 160 м и массу около 2 млн. т.

Кусок аризонского метеорита весом 283 кг находится во владении Архенхольдской обсерватории в Берлине (в Трептове).

Другое известное падение метеорита произошло в 1908 г. в районе р. Тунгуски (Сибирь). Тунгусский метеорит повалил тайгу на огромной территории площадью в миллион гектаров. Вызванное падением метеорита сильное сотрясение было зарегистрировано сейсмическими станциями на расстоянии свыше 1000 км. Поскольку в самом месте падения, так и вне его не удалось найти ме-

теоритных частиц, то в настоящее время предполагают, что тогда с Землей столкнулось ядро кометы; раздробленное вещество ядра кометы полностью рассеялось при катастрофе.

В последние годы самый крупный метеорит упал в 1947 г. тоже в азиатской части СССР (масса около 2000 т).

СИСТЕМА НАШЕГО МЛЕЧНОГО ПУТИ

Космической системой еще большего масштаба, в которую входит наша Солнечная система, является *Млечный Путь—Галактика*¹. Он состоит из 100—200 миллиардов звезд, образующих замкнутую систему. Действительную форму Млечного Пути, которую мы видим на небе как слабо светящуюся полосу, очень трудно определить с нашего места наблюдения. Прежде всего Солнечная система находится *внутри* Млечного Пути, так что его вид снаружи мы можем представить с трудом; во-вторых, нерегулярно распределенное межзвездное вещество экранирует или очень сильно ослабляет свет многих звезд².

На основе новейших наблюдательных данных мы приходим к следующей картине: Галактика имеет вид диска, если смотреть на

¹ От греческого слова «галаксиас» — млечный. — *Прим. ред.*

² Здесь на помощь оптическим приходят радиоастрономические методы исследования структуры Галактики; см., например, И. С. Шкловский, *Радиоастрономия* (популярный очерк), Гостехиздат, 1955. — *Прим. перев.*

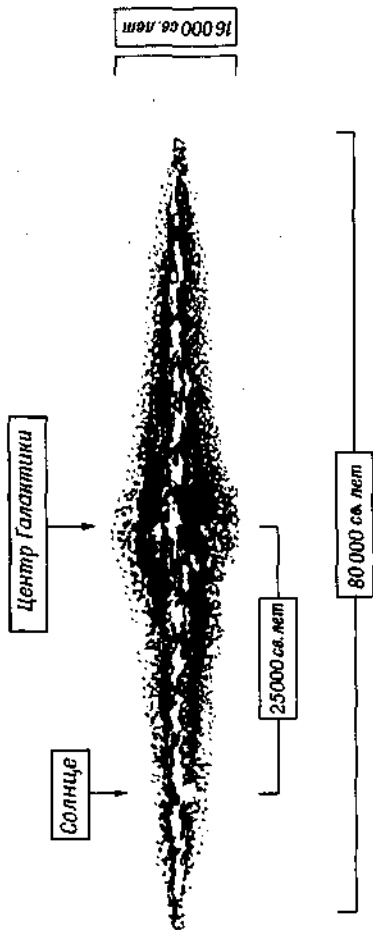


Рис. 34. Схема строения Млечного Пути.

нее с ребра (рис. 34); вид сверху на этот диск представляет собой спираль. Солнце находится далеко (25 000 световых лет) от галактического центра, расположенного в направлении на созвездие Стрельца. Полная масса Галактики оценивается примерно в 100 миллиардов солнечных масс, около 10% этой величины падает на межзвездное вещество.

Независимо от своего собственного движения звезды Млечного Пути совершают движение вокруг центра системы. В районе Солнца эта скорость составляет 250 км/сек; вместе со своими планетами оно совершает оборот вокруг центра Млечного Пути за 200 миллионов лет.

Наблюдение Млечного Пути оправдывает себя при использовании светосильного бинокля. Он позволяет наблюдать многочисленные облака, а также затемненные межзвездной материей области (см. раздел «Млечный Путь» в главе «Созвездия»).

Звезды

Размеры звезд

Измерение диаметров звезд представляет трудную задачу. Лишь диаметр Солнца вычислить сравнительно просто, но все другие звезды даже в крупнейший телескоп видны как точки.

Несмотря на это, ученые нашли способ измерять диаметры звезд. Это можно сделать, например, измерив время прохождения темного спутника в затменной перемен-

ной звезде перед ярким компонентом и зная орбитальную скорость спутника. Такой способ позволяет вычислить диаметры обоих компонентов.

Размеры большинства звезд заключены между величиной диаметра Земли и размером планетных орбит. В редких случаях они более чем в 2000 раз больше диаметра Солнца. Современное деление звезд на классы, которые представляют собой одновременно так называемые *классы светимости* (см. ниже раздел «Светимость»), различает:

- I. Сверхгиганты.
- II. Яркие гиганты.
- III. Гиганты.
- IV. Субгиганты.
- V. Карлики.

Определить массу звезд тоже не просто. Надежные результаты дает применение третьего закона Кеплера (см. главу «Открытие Вселенной»), особенно при исследовании орбит двойных звезд. Различия масс не так велики, как различия диаметров; они лежат в интервале от 0,05 до 50 солнечных масс (естественно, могут существовать и звезды с еще меньшей массой, которые еще не открыты).

Плотность звезды определяется непосредственно соотношением массы и диаметра. Например, большая плотность характерна для карликов, масса которых сосредоточена в малом объеме, и малая — для гигантов и сверхгигантов, у которых лишь незначительная масса занимает значительно больший объем.

Температура и цвет

Когда мы говорим о температурах звезд, то подразумеваем под этим их поверхностную температуру, которую можем измерить. Увеличение температуры к центру звезды можно получить только путем вычислений. Величина температуры зависит от выделения энергии в звездах и колеблется между 3000°K и $50\,000^{\circ}\text{K}$, причем бывают исключения до $100\,000^{\circ}\text{K}$.

Цвет звезд служит видимым проявлением их поверхностной температуры. Низкая температура соответствует красноватой окраске, затем следуют все видимые цвета, как это имеет место с раскаленным в кузнице куском железа (оранжевый, желтый, белый) до самых горячих звезд, которые кажутся голубовато-белыми.

Спектры звезд

Если свет светящегося тела земного или внеземного происхождения разложить с помощью особого аппарата — спектроскопа — на составные части, то получается спектр света. Это цветная полоса, в которой различные длины волн «рассортированы» по порядку. Такое спектральное разложение света мы наблюдаем, например, в радуге; здесь мелкие водяные капли в воздухе действуют как спектральный прибор. Иногда можно наблюдать также спектр солнечного света, если под определенным углом зрения смотреть на шлифованные края стеклянных листов.

Свет каждого раскаленного и потому светящегося вещества имеет свой определенный

состав, по которому одно вещество можно отличить от другого. Светящиеся твердые или жидкие вещества дают *сплошной (непрерывный) спектр*, приблизительно такой, как мы видим в радуге. Светящиеся газы, напротив, излучают в отдельных светлых линиях (так называемый *эмиссионный спектр*). Каждому химическому элементу соответствуют неизменные линии в спектре. Если, как в случае Солнца и звезд, вокруг светящегося тела есть еще газовая оболочка (атмосфера), то она поглощает его излучение тоже в определенных длинах волн, а именно в тех, в которых ее газы излучали бы сами, будучи в нагретом состоянии. Так возникают темные линии, названные *линиями Фраунгофера* по имени их первого исследователя. Спектр такого вида называют *спектром поглощения*. При помощи этих линий, а также ярких линий эмиссионного спектра можно определить состав и температуру звезды. Эти исследования надежно доказали, что во Вселенной, за совершенно незначительными исключениями, не существует элементов, кроме имеющихся у нас на Земле, т. е. что Вселенная в этом смысле едина. В спектре Солнца содержится около 20 000 линий Фраунгофера.

Спектральный анализ—важнейший метод исследования в астрофизике. Исследование спектров звезд привело к их классификации. В каждый спектральный класс попадают все звезды, спектры, а следовательно, температуры и химический состав которых одинаковы или близки друг к другу. Десять спектральных классов обозначаются большими буква-

ми, причем классификация уточняется добавлением к каждой букве одной из десяти цифр (от 0 до 9). Выбор букв W, O, B, A, F, G, K, M, R, N унаследован от ранней классификации и соответствующих ей обозначений. Особенности спектров отмечаются дополнительными знаками.

Так как каждому типу спектра соответствует определенная температура, из обозначения типа можно узнать химический состав, температуру и цвет соответствующей звезды. Например, звезда A5 — белая водородная звезда с температурой около $10\,500^{\circ}\text{K}$. Таблица на стр. 207 содержит характеристики некоторых основных спектральных классов (спектральные классы ярчайших звезд указаны в таблице 1 в приложении).

Светимость

Под *светимостью* мы понимаем количество энергии, излучаемое звездой в 1 сек. Она зависит прежде всего от температуры (более горячие звезды имеют большую светимость) и, во-вторых, от диаметра (гиганты из-за больших размеров светящейся поверхности имеют более высокую светимость). Существуют звезды со светимостью в 100 000 раз больше солнечной и в то же время другие — в 10 000 раз меньшей.

Так как для определения свойств звезды наряду с видом спектра очень важна также светимость, ввели понятие *классов светимости* (см. выше раздел «Размеры звезд»). Для этого используют деление звезд по размерам на гиганты и карлики (от I до V) и добавля-

Спектральный класс	Звезда	Цвет	Температура, °К
B	Водородно-гелиевая	Белый	B0 ≈ 22 000 B5 = 17 700
A	Водородная	»	A0 ≈ 13 500 A5 = 10 500
F	Водородно-кальциевая	»	F0 ≈ 8 000 F5 = 7 000
G	Водородно-кальциево-металлическая	Желтый	G0 ≈ 5 800 G5 = 4 900
K	Линии металла и окиси титана	Красноватый	K0 ≈ 4 400 K5 = 3 500
M	Линии окиси титана	»	M0 ≈ 3 200

ют эти цифры к обозначению спектрального класса. Например, для класса светимости Проциона в Малом Псе таким образом получается обозначение F5 IV, т. е. он является похожей на Солнце водородно-кальциевой звездой (F), субгигантом (IV) с температурой около 7000°K (5).

Добавление обозначений I—V для характеристики размера к спектральному классу необходимо, так как звезды одного спектрального класса, т. е. с одинаковой температурой, но являющиеся, скажем, сверхгигантом и карликом, уже внутри этой группы [внутри одного спектрального класса. — *Перев.*] обладают совершенно разными значениями светимости.

Блеск

Мы уже знакомы с понятием *блеска*, т. е. *видимой яркости*, *видимой величины* звезды. Деление звезд по величине блеска, введенное в весьма давние времена, сохранено и поныне, но уточнено. Так, современное значение блеска Полярной равно 2^m,12.

Наш глаз оценивает блеск по-другому, нежели, например, фотографическая пластинка. Если блеск звезд измеряется фотографически, то получается обычно значение, не совпадающее с глазомерной оценкой. Во всех таблицах, предназначенных для любителя астрономии, дается звездная величина, измеренная визуально, если не оговаривается другое.

Но величина блеска звезды, полученная фотографически или визуально, не дает представления об истинной светимости звезды.

Понятие абсолютной звездной величины устраняет зависимость от расстояния. При этом все звезды представляют помещенными на одном расстоянии 10 парсек¹ (около 33 световых лет). Соответствующий блеск (в звездных величинах) называют абсолютной звездной величиной звезды (иногда вместо m применяют обозначение M). Абсолютная звездная величина Солнца (видимый блеск — 26^m) составляет $+4^M,7$, а Ригеля в Орионе — -6^M , несмотря на его видимую звездную величину (блеск) $+0^m,2$ (см. таблицу ярких звезд в приложении). На основе взаимной зависимости между видимой величиной, абсолютной величиной и расстоянием можно при известном расстоянии вычислить абсолютную величину звезды и наоборот.

Иначе обстоит дело с звездной величиной планет и Луны, которые получают свой свет от Солнца. Их видимая звездная величина зависит от их расстояния от Солнца в данный момент (освещенность от Солнца), от их расстояния от Земли (видимых размеров диска планеты) и от их альбедо (отражательной способности тела).

Расстояния

Световая секунда и производный от нее световой год образуют меру расстояний в астрономии. Но наряду с ними используется *парсек (pc)*, получивший свое название по методу измерения расстояний.

¹ О единице расстояния «парсек» см. стр. 211.—
Прим. ред.

Издавна точке зрения о движении Земли вокруг Солнца противопоставлялось то, что такое перемещение Земли должно отражаться и на видимом движении звезд, так же как вращение Земли вокруг своей оси вызывает видимое суточное движение Солнца. Но это соображение неверно в случае звезд. Таким образом, отсутствовало еще одно важное звено в цепи доказательств правильности теории о центральном положении Солнца в нашей планетной системе. Но этим доказательством астрономы и не могли заручиться, пока точность измерительных инструментов не соответствовала огромным расстояниям до звезд. Только около 120 лет назад астроному Бесселю после продолжительных измерений удалось доказать существование такого «отраженного» движения звезд.

Из величины этого видимого движения звезд получается также их расстояние от нас, если считать известным расстояние от Земли до Солнца. Чем ближе к нам звезда, тем больше тот угол μ , под которым наблюдатель на звезде увидит диаметр земной орбиты. Этот угол называют *параллаксом*.

Способ расчета расстояния до звезды из возникшего таким образом треугольника следует из простых тригонометрических формул, так как в нем известны два измеренных угла и прилежащая к ним сторона (рис. 35).

Естественно, при больших расстояниях до звезд параллакс чрезвычайно мал, что и делало его неизмеримым столь длительное время. Ближайшая к нам яркая звезда α Центавра имеет максимальное значение парал-

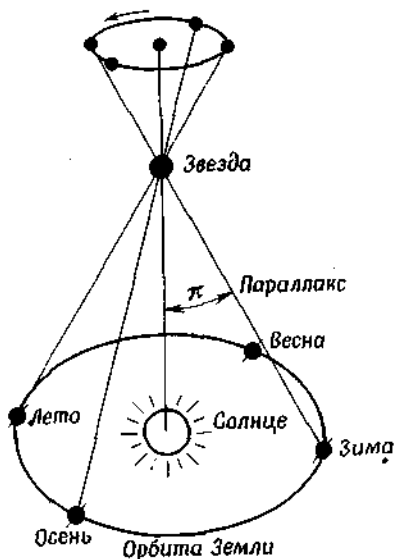


Рис. 35. Определение расстояния до близкой звезды путем измерения ее параллакса.

лакса $0''$, 765, т. е. менее угловой секунды (одна 3600-я доля градуса!).

Этому методу определения расстояний до звезд и их параллаксу обязан своим происхождением. как меры расстояний, «парсек»: *парсек* — это расстояние, с которого диаметр земной орбиты виден под углом в одну угловую секунду. Парсек соответствует приблизительно 3,26 светового года. Метод тригонометрического параллакса измерения расстояний применим лишь к звездам, удаленным не

далее чем приблизительно 25 *пс* (около 80 световых лет). В случае более далеких звезд параллакс становится слишком мал, чтобы его можно было измерить нашими современными инструментами. Такие расстояния определяются другими методами, входить в подробности которых мы здесь не имеем возможности.

Кратные звезды

Если не говорить об упомянутых во введении *оптических двойных звездах*, которые лишь кажутся близкими друг к другу, а на самом деле разделены в пространстве большим расстоянием по лучу зрения, то число *физических двойных звезд* оценивается 20% от общего числа звезд, видимых невооруженным глазом.

Эти звезды образуют системы из двух или более компонентов (отдельных звезд), движущихся вокруг общего центра масс. Более яркий компонент обозначают А, следующие по яркости — В, С и т. д. В противоположность неинтересным в научном отношении *оптическим двойным звездам* они являются объектами постоянных наблюдений, так как они и их движения, а также спектры доставляют ценные сведения о массах, диаметрах и плотностях звезд. По возможностям наблюдения физические двойные звезды разделяют на несколько классов:

1. *Визуальные двойные звезды* при наблюдениях с достаточно мощным оптическим инструментом разрешаются на компоненты. Разрешение их происходит тем уве-

реннее, чем больше расстояние между ними и чем меньше различаются их видимые величины (при слишком большом различии блеска слабую звезду трудно заметить рядом с яркой). Из известных до сих пор приблизительно 30 000 визуальных двойных для 300 можно вычислить точные орбиты и тем самым их период обращения вокруг центра масс системы и массы компонентов.

2. *Спектральные двойные звезды* не разрешаются со средними телескопами, так как их компоненты слишком близки друг к другу. Только исследование их спектра позволяет установить, что свет идет от двух звезд.

3. *Фотометрические двойные звезды* тоже не обнаруживают двойственности при прямых наблюдениях с целью их разрешения. Плоскость орбиты этих звезд проходит точно через луч зрения Земля — звезда. Орбиту этих двойных можно определить лишь из наблюдений их света (по-гречески «фотос» — свет, «метрейн» — измерять), изменение которого происходит при закрытии одного компонента другим (см. раздел «Переменные звезды»).

4. Кроме того, существуют двойные звезды, в которых наличие спутника видимой звезды можно только предполагать, поскольку в движении главной звезды обнаруживаются возмущения, которые можно объяснить, только допустив существование притяжения со стороны другого тела. Иногда такие темные тела, согласно вычислениям, имеют типичные планетные массы, так что предположение о системах, аналогичных нашей Сол-

нечной системе, отнюдь не является совершенно необоснованным.

Успешность любительских наблюдений визуальных двойных зависит прежде всего от увеличения и диаметра объектива используемого инструмента. В приводимой таблице

Обозначение	Созвездие	Блеск и расстояние между компонентами			Спектральные классы
α	Рыбы	4. ^m 3	5. ^m 3	2,2	Обе А
γ	Лев	2,6	3,8	4,3	Обе К
γ	Дева	3,7	3,7	5,2	Обе F
α	Гонимые Псы	2,9	5,5	19,6	Обе А
α	Геркулес	3,5	5,7	4,7	М и F
ϵ^1	Лира	5,1	6,2	2,8	Обе А
ϵ^2	Лира	5,1	5,3	2,2	Обе А
δ	Лира	3,4	6,7	45,8	В и F
δ	Лебедь	3,2	5,3	34,3	К и В
δ	Цефей	3,8	7,5	41,2	С и А

перечислены некоторые двойные звезды, которые разрешаются на компоненты уже при помощи бинокля или небольшого телескопа. Особенно привлекательными оказываются при этом такие двойные, компоненты которых как представители разных спектральных классов отличаются по цвету. (Звезды легко найти с помощью наших карт звездного неба.)

Звездные скопления

С еще более богатыми системами мы имеем дело в звездных скоплениях. Некото-

рые из *рассеянных скоплений* можно наблюдать даже невооруженным глазом; в бинокль они являют собой прекрасное зрелище (например, Плеяды, Ясли и др.). Число известных *рассеянных звездных скоплений* в нашем Млечном Пути приближается к 340. Количество звезд в скоплении меняется в пределах от нескольких десятков до нескольких тысяч. При этом звезды скопления распределены большей частью по площади, диаметр которой составляет от 5 до 20 световых лет.

Для наблюдения с биноклем пригодны следующие скопления (таблица на стр. 216).

Шаровые звездные скопления, из которых около 120 принадлежат к системе Млечного Пути, распределены пространственно симметрично в шарообразной полости диаметром около 130 000 световых лет. В других галактиках тоже обнаружены шаровые звездные скопления. Кроме их сильной концентрации к центру, имеются другие отличия от *рассеянных звездных скоплений*: количество звезд в них даже с помощью современных телескопов нельзя точно подсчитать, но оценки показывают (в случае самых богатых), что их «население» достигает миллионов звезд.

По диаметру шаровые скопления превосходят *рассеянные* в десятки раз. По возрасту шаровые скопления (около 5--6 миллиардов лет) тоже резко отличаются от *рассеянных* (от нескольких миллионов до нескольких сотен миллионов лет).

Таблица на стр. 217 содержит особенно красивые шаровые скопления.

	NGC ¹	Мессье	Диаметр	Блеск, m	Расстояние в световых годах	Созвездие	Число звезд
<i>h</i>	869	—	36'	4,4	8000	Персей	300
<i>χ</i>	884	—	36'	4,7	8000	»	200
	1039	M 34	18'	5,5	1500	»	80
	—	M 45	100'	1,4	450	Телец	130
Плеяды	2168	M 35	40'	5,3	2700	Близнецы	120
	2287	M 41	30'	4,6	2500	Большой Пес	50
	2281	—	15'	5,7	5500	Возничий	30
Ясли	2632	M 44	3°	3,7	550	Рак	100
	6705	M 11	10'	6,3	4000	Орел	200
	7092	M 39	30'	5,2	800	Лебедь	25
С газовой туманностью	6611	M 16	25'	6,4	5500	Змея	55

¹ Скопления обозначены либо номером составленного Дрейером каталога NGC (первые буквы первых трех слов английского названия «Новый общий каталог туманностей и звездных скоплений», например NGC 2632), либо каталога Мессье (например, M 44).

Открытые советским астрономом акад. В. А. Амбарцумяном *звездные ассоциации* являются группами физически очень похожих друг на друга звезд. Они имеют еще более разреженную структуру, чем рассеянные звездные скопления, и поэтому занимают

NGC	Месяц	Диаметр в угловых минутах	Блеск, m	Расстояние в 1000 световых лет	Созвездие
5904	М 5	12,7	6,2	35	Змея
6205	М 13	10,0	5,8	34	Геркулес
6341	М 92	8,3	6,2	37	»
6656	М 22	17,3	5,8	22	Стрелец
6723	—	5,8	6,0	40	»
7078	М 15	7,4	6,2	43	Пегас
7089	М 2	8,2	6,4	45	Водолей

еще большую площадь на небе. Прежде всего на основе спектральных данных Амбарцумян пришел к выводу, что звездные ассоциации должны быть еще очень молодыми и состоять из звезд, связанных общностью происхождения как по месту, так и по времени.

Переменные звезды

Известно около 15 000 звезд, которые правильным или неправильным образом, быстро или медленно, на единицы или доли звездных величин изменяют свой блеск. Причины этих изменений в разных случаях

совершенно различны. В зависимости от этого переменные звезды делят на два класса.

Оптические переменные звезды, собственно говоря, не меняют своей светимости, они только время от времени закрываются более темным спутником (процесс, аналогичный солнечному затмению) и потому в такие моменты кажутся нам менее яркими. К этим оптическим или *затменным переменным* относятся звезды, названные по их типичным представителям — звездами типа Алголя и типа β Лира. Итак, это те звезды, у которых плоскости орбит спутников проходят через луч зрения наблюдателя.

Звезда	Созвездие	Звездная величина		Период в сутках	Тип	Название
		максимум	минимум			
α	Кит . . .	3,8	9,3	331,5	K	Мира
β	Персей . .	2,3	3,5	2,87	A	Алголь
γ	Близнецы	3,7	4,1	10,15	δ	
β	Лира . . .	3,4	4,3	12,91	β	
χ	Лебедь . .	5,4	13,3	406,7	M	
μ	Цефей . . .	3,6	5,1	Неправильная		
δ	Цефей . . .	3,8	4,6	5,37	δ	

Физические переменные звезды образуют второй класс. У них действительно меняется светимость. Причина изменения светимости ряда из них заключается в расширении и последующем сжатии тела звезды. При этой

пульсации происходит изменение ее температуры, площади излучающей поверхности, а отсюда и светимости звезды. К этой группе принадлежат звезды типа δ Цефея (цефеиды) и звезды типа Миры Кита, причем последние имеют большие периоды пульсаций.

У ряда других звезд переменность вызывается периодическими выбросами (эрупциями) вещества. Между прочим, именно в этой группе мы находим так называемые *новые звезды*. Их вводящее в заблуждение название — они отнюдь не возникают заново — появилось в те времена, когда из-за внезапного увеличения блеска таких звезд укоренилось именно такое объяснение. С еще большими увеличениями блеска наука сталкивается в случае *сверхновых*.

Ниже еще раз приводится в общих чертах (не полностью) схема подразделения переменных звезд. В скобках указаны обозначения, которые используются в списке некоторых пригодных для наблюдения переменных звезд (таблица на стр. 218).

Оптические переменные

Звезды типа Алголя (А)

Звезды типа β Лиры (β)

Физические переменные

1. Пульсационные переменные
цефеиды, звезды типа
Миры Кита (М)
2. Эруптивно-переменные
новые, сверхновые

В пространстве между звездами находятся неравномерно распределенные большие количества космической пыли и газа, которые мы вместе называем *межзвездной материей*. Ее плотность, правда, чрезвычайно низка (в среднем в куб с ребром 100 м попала бы приблизительно одна пылинка), однако она служит заметным препятствием для проходящего света звезд: он частично или полностью поглощается этим веществом и несколько краснеет. Межзвездное поглощение тем самым ослабляет свет звезд, вследствие чего они кажутся нам удаленными больше, чем это есть на самом деле.

Межзвездная материя на 99% состоит из газа и на 1% — из пыли; газ и здесь на 60% состоит из водорода, на 38% — из гелия, а 2% составляют другие элементы. Пыль состоит, по-видимому, из частиц тяжелых элементов, размеры которых заключены в пределах от 0,001 до 0,0001 мм. Газ и пыль всегда обнаруживаются вместе.

Пылевые облака, не освещенные соседними звездами, уже знакомы нам по различным участкам Млечного Пути как *темные облака* или *темные туманности*. Они поглощают свет многих находящихся за ними звезд; существование их подтверждается радиоастрономическими наблюдениями. Более мелкие темные облака, имеющие вид «пятчков», называют *глобулами*. Если пылевые облака отражают свет соседних с ними звезд, то они предстают перед нами в виде светлых *отражательных туманностей*.

Если газовые облака облучаются соседними звездами и светятся (в этом случае они излучают свой собственный свет определенных длин волн), то мы наблюдаем *эмиссионные туманности* (эмиссия — излучение).

По *форме* светящиеся (газовые или пылевые) туманности делят на диффузные и планетарные. *Диффузные туманности* имеют неправильную форму, обладают рваной, часто вуалеобразной структурой. *Планетарные туманности*, получившие свое название из-за своих, наоборот, круглых очертаний, делающих их похожими на диски планет, весьма вероятно, являются остатками взрывов звезд¹ (сверхновых) и состоят из центральной звезды очень высокой температуры, окруженной большой протяженной газовой оболочкой. Их диаметр может составлять несколько парсеков. Свечение туманности возбуждается очень интенсивным ультрафиолетовым излучением центральной звезды.

Итак, по составу туманности делятся на²

- 1) темные туманности (пыль и газ),
- 2) отражательные туманности (пыль),
- 3) эмиссионные туманности (газ).

¹ Здесь в сущности опять та же ошибка, что была допущена автором при объяснении природы Крабовидной туманности (стр. 66). Планетарные туманности возникают на определенной стадии эволюции звезд-гигантов. — *Прим. перев.*

² Излагаемая автором схема деления берет за основу второстепенные характеристики туманностей. Интересующиеся этим вопросом могут найти ответ в книге: С. Б. Пикельнер, *Физика межзвездной среды*, М., Изд-во АН СССР, 1959. — *Прим. перев.*

NGC	Месяц	Размер	Блеск, m	Расстояние в световых годах	Созвездие	Вид	Название
1952	M 1	360" × 240"	8,4	900	Телец	Остаток сверхновой	Крабовидная
1976	M 42	60' × 60'	2,9	1000	Орион	Диффузная	Туманность Ориона
6514	M 20	27' × 29'	6,4	2200	Стрелец	"	Трифида
6523	M 8	35' × 60'	5,5	2500	"	"	Лягуна
6618	M 17	37' × 46'	6,3	3300	"	"	Омега
6853	M 27	480" × 240"	7,6	1000	Севернее Стрелы	Планетарная	Гантель
6720	57	83" × 59"	9,3	2200	Лира	"	Кольцевая
7293	—	900" × 720"	6,5	600	Водолей	"	

По форме различают

1) диффузные туманности (как светлые, так и темные),

2) планетарные туманности (только светлые).

Для наблюдения с биноклем или небольшим телескопом рекомендуются следующие объекты (таблица на стр. 222).

БОЛЬШАЯ ВСЕЛЕННАЯ (МЕТАГАЛАКТИКА) И КОСМОГОНИЯ

Внегалактические системы

Кроме нашего Млечного Пути (Галактики), существуют еще многие миллионы других подобных звездных систем (слово «внегалактический» и понимается как «лежащий за пределами нашей Галактики»). Эти системы, очень часто имеющие спиральную структуру, прежде наблюдались при помощи оптических инструментов, которые не позволяли разрешить их на отдельные звезды. Они неизменно представляли в виде слабых светящихся пятен, а поэтому и получили неудачное название «*спиральные туманности*», сохранившееся до сих пор.

Название *спиральная туманность* указывает, как было упомянуто выше, на спиральную форму, подобную очертаниям нашего Млечного Пути. Не все внегалактические туманности являются спиральными, часть из них имеют эллипсоидальную или неправильную форму. К *спиральным* галактикам относится известная *туманность Андромеды*,

к неправильным — видимые в южном полушарии *Магеллановы Облака*. Они являются ближайшими к нам звездными системами и вместе с некоторыми другими близкими галактиками и нашей Галактикой образуют так называемую *Местную Группу*. Галактики, удаленные на расстояния до нескольких миллионов световых лет, в настоящее время удастся разрешать на отдельные звезды. При этом оказалось, что в этих системах имеются звезды всех известных нам спектральных классов и величин. Но вообще оптически доступны нам объекты на расстоянии около 5 миллиардов световых лет.

Трудно назвать число внегалактических систем, так как обзор неба с большими астрокамерами и обработка этих исследований требуют много времени и потому еще не закончены. Число галактик оценивается во много десятков миллионов.

Галактики, подобные нашей, обнаруживают вращение. Их диаметры достигают 160 000 световых лет (туманность Андромеды).

Для наблюдения мы можем отобрать ряд внегалактических систем, доступных для биноклей и малых телескопов (таблица на стр. 225).

Происхождение небесных тел

В *космогонии*, которая занимается происхождением и развитием различных небесных тел, тесно соприкасаются естественные науки, философия и часто религия. Все предложенные до сих пор космогонические теории

NGC	Мессье	Размер в дуговых минутах	Блеск, m	Расстояние в млн. свет. лет	Тип	Созвездие
205 ²	—	26 × 16	8,2	2,7	Эллиптическая	Андромеда
224 ¹	M 31	197 × 92	3,5	2,7	Спиральная	»
221 ²	M 32	12 × 8	8,2	2,7	Эллиптическая	»
598	M 33	83 × 53	5,8	2,6	Спиральная	Треугольник
3031	M 81	35 × 14	7,0	10	»	Большая Медв.
3034	M 82	13 × 9	8,4	10	Неправильная	Большая Медв.
4258	M 106	24 × 10	8,4	—	Спиральная	Гончие Псы
4594	M 104	12 × 11	8,3	11,7	»	Дева
4736	M 94	15 × 13	8,3	10	»	Гончие Псы
5194	M 51	14 × 10	8,4	9,5	»	»

¹ Туманность Андромеды.² Спутник туманности Андромеды.

неизбежно должны оставаться гипотезами, так как каждое новое открытие развивающейся науки дает новые указания на возможный вариант происхождения небесных тел. Но чтобы теории были по крайней мере вероятными, а не только лишь умозрительными, в их основе должны лежать данные наблюдений. Они должны по возможности наилучшим образом объяснять имеющиеся факты и их возникновение на основе физических законов. Чаше всего различные теории ограничиваются объяснением происхождения отдельных групп небесных тел (например, космогония Солнечной системы).

Происхождение звезд связывается в настоящее время с межзвездной материей. Благодаря уплотнению (концентрации) разреженной материи могут образоваться предшественники звезд — *протозвезды*, возникающие главным образом в *группах (ассоциациях по Амбарцумяну)*. Частично и вышеупомянутые *глобулы* рассматривают как начальные ступени образования звезд. Раньше считалось, что развитие идет от красных гигантов через белые карлики к красным карликам, но от этого представления пришлось отказаться.

По вопросу о *возрасте мира*¹ взгляды тоже разделились, но ближе всего к действительности представляется величина в интервале 10—20 миллиардов лет.

¹ Под так называемым «возрастом мира» следует понимать время существования доступной нашему наблюдению области Вселенной. — *Прим. ред.*

Происхождение Солнечной системы — специальный раздел космогонии, который может исходить из относительно хорошо известных наблюдательных фактов. Наряду с образованием и свойствами Солнца эти гипотезы должны объяснить образование и движение планет, их расстояния от Солнца, состав и многое другое. Но несмотря на все попытки объяснить это, существенные вопросы во всех теориях остаются открытыми.

Немецкий философ Кант первый попытался выдвинуть научную гипотезу. По его мнению, Солнце возникло одновременно с планетами при сжатии облака космической материи.

Французский астроном Лаплас, напротив, придерживался другой точки зрения: вещество планет отделилось от вращающегося Солнца благодаря центробежной силе. Теория англичанина Джинса преследовала цель объяснить возникновение планет из солнечного вещества, предполагая воздействие на Солнце другой звезды: последняя «коснулась» Солнца и потянула за собой часть его вещества в форме сигары, которая затем распалась на отдельные куски — будущие планеты (теория столкновения).

Другие гипотезы были развиты в последнее время советскими учеными Фесенковым и Шмидтом и американским астрономом Койпером.

В тесной связи с различными попытками объяснить происхождение нашей планетной системы находится вопрос, есть ли кроме Земли обитаемые планеты. Жизнь, как

известно, неразрывно связана с гигантскими молекулами белковых соединений. Но последние могут существовать лишь при вполне определенных строго ограниченных условиях, например при наличии кислорода, источника энергии, определенных дневных температур и т. п. Если исходить из этих основных условий существования жизни, то можно предполагать, что в нашей планетной системе им могут удовлетворить Марс и, быть может, Венера, на всех же других планетах температура для этого либо слишком высока, либо слишком низка. Наблюдения говорят о том, что на Марсе, по видимому, существуют низшие формы растительной жизни.

Но из современных наблюдений и вычислений следует, что многочисленные звезды, подобно Солнцу, имеют темных спутников, т. е., вероятно, планеты, которые, правда, не наблюдаются прямо, но существование которых доказывается надежно. Число таких систем, как уже сказано, составляет по осторожным оценкам около 10 миллионов. И было бы удивительно, если бы среди столь большого числа подобных Солнцу звезд только наше Солнце имело планету, пригодную для обитания. При этом живые существа других планетных систем отнюдь не должны быть обязательно похожи на нас¹.

¹ По вопросу о жизни во Вселенной см. книгу: И. С. Шкловский, *Вселенная, жизнь, разум*, М., изд-во АН СССР, 1962, а также М. Овенден, *Жизнь во Вселенной*, М., «Мир», 1965 и *Межзвездная связь*, под ред. Камерона, М., «Мир», 1965.— *Прим. ред.*

Мы живем в такое время, когда человечество уже приступило к решению многих подобных вопросов; вспомним хотя бы об успехах астронавтики. Отнюдь не недооценивая трудностей, которые сейчас кажутся непреодолимыми, мы уже видим путь к решению многих астрономических проблем. Мы стоим у порога космической эры.

ОТКРЫТИЕ ВСЕЛЕННОЙ

ПУТЬ К НАУКЕ

Знания древних

Астрономия относится к старейшим наукам; уже в древности люди интересовались событиями на небе. Две основные причины вынуждали их к этому: во-первых, в светилах они видели олицетворение своих божеств, а в движениях небесных тел — выражение воли этих богов; во-вторых, регулярность движения светил была основой счета времени.

Представления о строении Вселенной, естественно, были ограничены по причине низкого уровня развития человеческого общества. Поэтому не удивительно, что в картине мира, созданной греками, Земля имела вид диска, в середине которого находилась их страна (с горой Олимп — местом пребывания богов), а на краю его располагались известные им тогда страны Средиземноморья. Над этим плоским диском высилась небесная полусфера, к которой золотыми гвоздями были прикреплены звезды.

Греки не были единственным народом, занимавшимся астрономией. Еще значительно раньше вавилоняне и египтяне, китайцы и

майя обладали познаниями, которые и сегодня заставляют нас удивляться их точности — ведь тогда не было почти никаких инструментов. Так, известно, что, например, предвычисление затмений у различных народов производилось уже 3000—4000 лет назад.

Но именно греки своими догадками и наблюдениями придали астрономии тот вид, который она сохранила до позднего средневековья. Так, уже Аристотель доказал шарообразность Земли, Аристарх Самосский считал, что центральное положение в планетной системе занимает Солнце, а Гераклит знал, что Земля вращается вокруг своей оси и тем вызывает видимое суточное вращение небесного свода. Гиппарх посредством наблюдений и вычислений довольно точно определил расстояние до Луны в $33\frac{2}{3}$ диаметра Луны (точное значение $30\frac{1}{3}$), а Эратосфен по наблюдениям Солнца очень точно вычислил окружность Земли. Но особенно важное значение имела мысль об общей картине мира, которая получила свою окончательную формулировку при Птолеме. Эта *геоцентрическая картина мира* (рис. 36), в которой Земля опять возвращалась в центр Вселенной, а Солнце со всеми светилами обращалось вокруг нее, образовала основу книги «Альмагест» («Великое построение»), в которой Птолемей систематически изложил астрономические знания своего времени.

Как могли эти неверные представления о строении мира сохраниться в течение многих столетий, несмотря на то что еще значительно раньше известные греческие философы

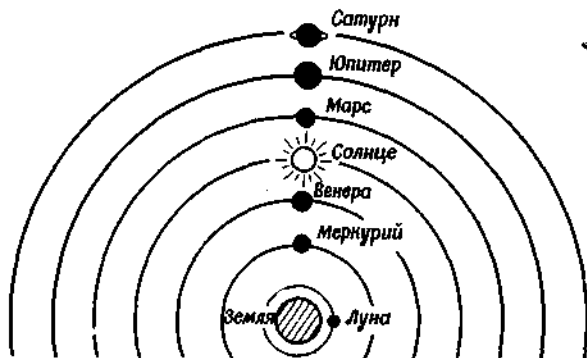


Рис. 36. Геоцентрическая картина мира Птолемея.

высказывали гипотезы, которые соответствовали действительности?

Прежде всего эта картина мира совпадала с фактическими наблюдениями; было видно, что Солнце и Луна движутся над горизонтом с востока на запад, а то, что это лишь отражает вращение Земли, следует не из наблюдений, а из известных связей явлений и логических рассуждений. Но значительно более важным обстоятельством было то, что господствовавшая в средние века идеология подавляла любое другое представление о положении Земли во Вселенной: церковь превыше всего была заинтересована в том, чтобы сохранить схему Птолемея. Только с помощью идеи о центральном положении Земли церковники могли «доказать», что Земля является предпочтительным, «избранным» небесным телом, на котором живут «подобия бога» и папа как «наместник бога на Земле».

Одной из важнейших задач астрономии в древние времена было твердое разделение времени на постоянно равные большие промежутки, отсчитываемые от начала. Основой такого календаря могут быть видимые движения Луны или Солнца. Принятый в настоящее время календарь основан на движении Солнца. Так как солнечный год есть промежуток времени между двумя следующими друг за другом прохождением Солнца через точку весеннего равноденствия, но он исчисляется не целым количеством суток (*тропический год* содержит ровно 365 суток, 5 часов, 48 минут и 46 секунд, т. е. 365,2422 суток), то к нему уже давно добавили так называемый *високосный день*, благодаря которому начало года происходит в одно и то же время.

С начала нашего летосчисления из-за произвольного введения високосного дня в календаре воцарился невероятный беспорядок.

Римский полководец и император Юлий Цезарь поручил своим астрономам провести реформу календаря. Согласно ей, месяцы поочередно содержат то 30, то 31 день, а к 28-дневному февралю один раз в четыре года прибавляется один 29-й день. Но и возникший таким образом *юлианский календарь* не сохранился в своем первоначальном виде. Так как юлианский год длиною 365,25 суток несколько длиннее тропического, то начало года тоже медленно перемещается.

Лишь в 1582 г. папой Григорием XIII была проведена новая реформа календаря, и в дальнейшем он уже не изменялся до наших дней. Прежде всего в *григорианском календаре* после 4 октября 1582 г. было предложено следующий день считать 15 октября, чтобы устранить набежавшую в прежнем календаре ошибку в 10 дней. Далее, 4-летний високосный цикл был усовершенствован тем, что отныне не следовало добавлять день високосного года к годам, обозначающим целое число столетий, за исключением тех лет, когда число столетий делится на 400 (т. е. високосными годами являются 1600 и 2000, а обычными — 1700, 1800, 1900). Остающаяся все же и в этом календаре ошибка настолько мала, что только через несколько тысяч лет вырастает до полных суток.

Однако не все страны сразу ввели у себя григорианский календарь. Например, в царской России старый юлианский календарь сохранялся вплоть до победы Великой Октябрьской социалистической революции. Поэтому день Октябрьской революции (25 октября по юлианскому календарю) есть 7 ноября по григорианскому.

Начало летосчисления в нашем календаре определялось первоначально годом основания Рима (753 г. до н. э.), а с VII века — рождением Христа, год рождения которого считался нулевым. Мы отсчитываем время от того же начала с обозначениями «до нашей эры» и «нашей эры» (до н. э. и н. э.).

Продолжительность и названия месяцев перешли к нам из юлианского календаря,

причем месяцы июль (Юлий Цезарь) и август (римский император Август) содержат одинаковое число дней — по 31 (чтобы не было предпочтения ни одному из именодателей). Названия месяцев от сентября до декабря указывают еще на календарь римлян, у которых март (Марс — бог войны) был первым месяцем в году (по-латыни *septem* — семь, *octem* — восемь, *novem* — девять, *decem* — десять).

И сегодня рядом с нашим календарем мы находим другие его разновидности. *Еврейский календарь*, основанный на комбинации солнечного и лунного годов, начинает день вечером в 18 часов и ведет счет лет от «сотворения мира» (3761 г. до н. э.). *Мусульманский календарь* основан на лунном годе и считает годы «от Хиджры» — побега Мохаммеда из Мекки (622 г. н. э.). В 1960 г. для евреев начался 5712, а для мусульман — 1380 год.

Правда находит дорогу

Несмотря на достигнутую к средневековью точность наблюдений и вычислений, вновь и вновь обнаруживались расхождения между фактическими и вычисленными положениями планет. Это говорило о существенной ошибке в истолковании движения планет. Кроме того, новые факты, такие, как открытие Америки и первое кругосветное путешествие Магеллана, позволили смотреть на прежнюю картину мира в совсем ином свете. Предпринималось все больше попыток для объяснения неточностей геоцентрической картины

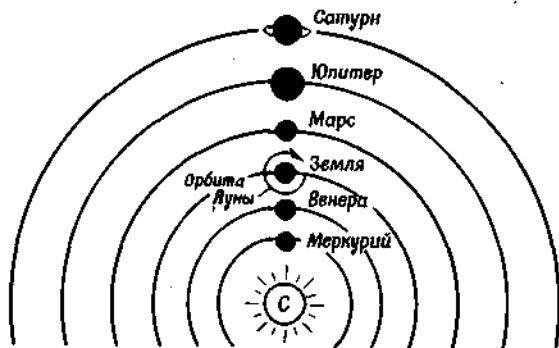


Рис. 37. Гелиоцентрическая картина мира Коперника.

мира Птолемея. Прогресс не мог более быть сдерживаемым даже таким кровавым судом, как инквизиция (тайный суд католической церкви). Решительный поворот к новому учению был сделан поляком Николаем Коперником (1473—1543). Итогом его идей является новая, *гелиоцентрическая система мира* (рис. 37). Солнце расположено в центре, вокруг него по круговым орбитам обращаются планеты. Если Коперник этим и не достиг полного совпадения наблюдаемых и вычисленных координат планет, все-таки его труд был решающим шагом вперед по сравнению с учением Птолемея. Как высший церковный сановник (он был епископом), Коперник очень хорошо знал силу власти церкви. Его книга, которая обосновывала и провозглашала новое учение, вышла в свет только тогда, когда он уже лежал на смертном одре.

Тотчас после появления книга была запрещена и в течение более чем 300 лет стояла первой в палском списке запрещенной литературы.

Итальянский монах Джордано Бруно (1548—1600) развивал идеи о строении Вселенной, которые очень близки к тому, что мы знаем сегодня. Он верил не только в центральное положение Солнца в планетной системе, но и утверждал, что звезды не что иное, как далекие солнца. Бруно настолько открыто защищал свои идеи даже перед церковью, что подвергался за это постоянным преследованиям и изгонялся из страны в страну. После семилетнего заточения он по-прежнему остался верен правде и, наконец, был приговорен инквизицией к смерти и публично сожжен на костре 16 февраля 1600 года.

Значительно способствовал развитию и утверждению системы мира Коперника немецкий астроном Иоганн Кеплер (1571—1630). Если Коперник доказал, что планеты движутся вокруг Солнца, то Кеплер при помощи своих знаменитых законов объяснил, как они движутся. К этим идеям Кеплер пришел в период своей работы у известного тогда датского астронома Тихо Браге при императорском дворе в Праге. Тихо Браге собрал за время многолетних наблюдений обширный материал о движении планет, который послужил Кеплеру основой для расчетов. *Первый из трех законов Кеплера* утверждает, что орбиты планет представляют собой эллипсы, в одном из фокусов которых находится Солнце (в то время как Коперник еще

считал движение круговым). Второй закон объясняет различие орбитальных скоростей планет: вблизи от Солнца [в *перигелии*.— *Перев.*] они движутся быстрее, чем вдали от него (в *афелии*). Наконец, третий закон дает соотношение между периодом обращения планет и размером их орбит: чем больше расстояние планеты от Солнца, тем больше период обращения. Эти законы Кеплера до сих пор претерпели лишь небольшие изменения в частных случаях.

Почти одновременно с открытием двух первых законов движения планет в Голландии (1608 г.) был изобретен телескоп. Галилео Галилей (1564—1642), итальянский астроном и профессор математики и физики, построил телескоп и первый из людей направил на небо трубу сначала с девяти-, а затем с тридцатикратным увеличением. Он первый увидел кратеры и моря на Луне, открыл фазы Венеры и обнаружил, что при рассматривании неба в телескоп число звезд вырастает до гигантских масштабов. Но важнейшее открытие состояло в том, что четыре яркие светящиеся точки, которые он увидел рядом с Юпитером, непрерывно меняли свое положение относительно планеты — то были спутники Юпитера. Движение спутников Юпитера было для Галилея нагляднейшим доказательством правильности выдвинутого Коперником учения о том, что малые небесные тела обращаются вокруг больших, т. е. и Земля, в частности, вокруг Солнца. Он обратился по поводу результатов своих наблюдений к папе и его астрономам, чтобы убе-

дить их в правильности системы мира Коперника. Но результатом было то, что позднее, уже семидесятилетним старцем, Галилей был схвачен инквизицией. Он не нашел в себе достаточно сил для сопротивления и под давлением инквизиторов отрекся от своего учения. Он, который представил неоспоримые доказательства в пользу своих идей, теперь, чтобы избежать костра, должен был на коленях поклясться в своей вере старым, бессмысленным представлениям. Говорят, что после такого унижения он воскликнул: «А все-таки она вертится!» Но инквизиция не удовлетворилась его клятвой, и до конца своей жизни, слепой и больной, он оставался ее пленником.

Однако в учении Коперника еще отсутствовал ответ на вопрос, почему движения планет происходят именно таким образом, а не иначе. Часть этого открытия принадлежит англичанину Исааку Ньютону (1643—1727). Своим *законом тяготения* он доказал, что сила притяжения (гравитации) планет удерживает планеты на их орбитах. Эта сила тем больше, чем больше массы притягивающихся тел, и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними (рис. 38). Этот закон явился дополнением к законам Кеплера, которые описывали *форму* орбит, но не объясняли *причину* этих явлений. Он позволяет понять, например, почему при старте ракеты на Земле необходима бóльшая сила тяги, чем на Луне (различная величина массы, следовательно, различная сила притяжения и различная сила для

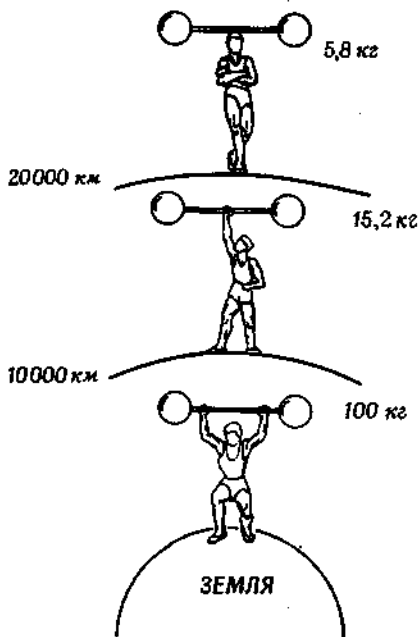


Рис. 38. С удалением от Земли сила притяжения уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния.

преодоления притяжения), и почему сила тяги при старте с искусственной внеземной станции может быть меньше, чем при старте с поверхности Земли (различное расстояние от центра Земли как центра притяжения).

В последующие столетия астрономия развилась в обширную науку, которая делилась на все большее число направлений, например

астрометрия (определение небесных координат светил), *звездная астрономия* (наука о звездах), *космогония* (исследование происхождения небесных тел), *астрофизика*, *радиоастрономия* и т. д.

Астрология

Астрологию, или «искусство толкования звезд», как она еще называется, ни в коем случае нельзя путать с астрономией. Астрология претендует (так и оставаясь при своих намерениях) на предсказание характера и судьбы человека по положению светил в определенный момент (при рождении). Время расцвета астрологии миновало. Тихо Браге был убежденный сторонник этого учения: в то время не было четкой границы между астрологией и астрономией. И до сих пор существуют многочисленные невежественные приверженцы этой бессмыслицы.

Астрологи представляют схематически положения светил в период рождения человека. Затем по этому *гороскопу* «определяется» характер и судьба рожденного. При этом астрологи имеют дело с Зодиаком, планетами и так называемыми «домами». Все планеты, Солнце и Луна, как и знаки Зодиака, которые и имеют значение «домов» (так как в них бывают планеты), наделяются астрологами некими «основными свойствами».

Эти приписанные светилам функции выбраны весьма произвольно, иногда заимствованы из сказаний и мифов (например, Венера — красота, счастье в любви, Марс — вой-

на, несчастье). При большом числе различных комбинаций *конфигураций* (положений) светил относительно «домов» гороскоп может «предсказать» столь много различных свойств, что некоторые из них сбываются. Такие гороскопы считаются у астрологов «успехом», в то время как о многих несбывшихся «предсказатели» молчат. Особенно очевидным свидетельством ненаучности астрологических пророчеств является тот факт, что гороскопы для близнецов обычно одинаковы, между тем свойства характера и судьбы близнецов часто совершенно разные.

КАК РАБОТАЮТ УЧЕНЫЕ

Оптические инструменты

Основным наблюдательным астрономическим инструментом является телескоп. Из улавливаемого им света мы узнаем много отдельных фактов относительно наблюдаемых объектов. Но оптический телескоп в последние годы уже больше не одинок — с помощью радиотелескопов удалось «услышать» сигналы Вселенной.

Решение различных задач обсерваторий зависит от различных характеристик телескопа. *Увеличение* — это число, которое показывает, во сколько раз далекий предмет кажется приблизившимся, — в то же время тесно связано с блеском наблюдаемого объекта. Например, если Луна наблюдается с очень большим увеличением телескопа, то поле зрения значительно темнее, чем при

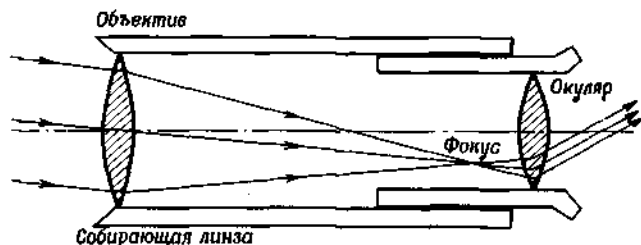


Рис. 39. Устройство линзового телескопа (рефрактора).

меньшем увеличении. Одновременно с ростом увеличения уменьшается площадь видимого в телескоп участка неба (*поле зрения*). Следовательно, если, например, требуется видеть Плеяды полностью, то целесообразно остановиться на меньшем увеличении. Важную роль играет также *разрешающая сила* телескопа — способность «разделять» очень близкие друг к другу точки. Она увеличивается с увеличением входного отверстия телескопа.

Описание нескольких таких характеристик уже показывает, как многообразны требования к телескопу. К этому следует добавить, что во многих случаях перед телескопом ставятся еще и особые задачи, так как он предназначен для наблюдений не визуальных, а фотографических, а также и спектральных. Обратимся теперь к важнейшим типам телескопов, которые мы найдем в обсерваториях.

1. Линзовые телескопы (рефракторы) являются самыми старыми и основными ин-

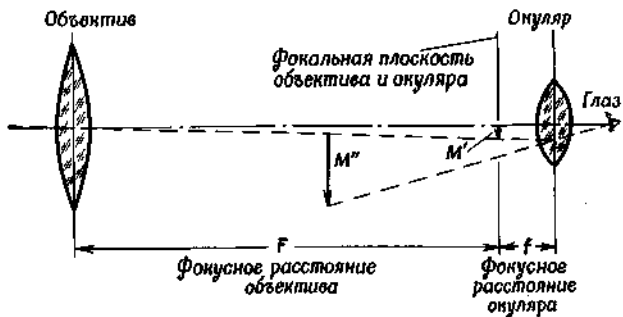


Рис. 40. Образование изображения в астрономическом телескопе.

M' — обратное действительное изображение объектива; M'' — обратное мнимое увеличенное изображение, которое окуляр строит на сетчатке глаза (длина телескопа $F + f$, увеличение F/f).

струментами для наблюдения неба (рис. 39). Тубус трубы содержит две системы линз. Одна из них, обращенная к объекту (светилу), называется *объективом* и дает по возможности подобное светилу, но *обратное* изображение. Преломленные объективом лучи встречаются в фокальной плоскости, перпендикулярной оптической оси (средней линии) телескопа. Расстояние от объектива до фокуса, лежащего на оси, называют *фокусным расстоянием* объектива (рис. 40). Чем больше фокусное расстояние объектива, тем больше размеры изображения.

Построенное объективом обратное изображение рассматривается далее с помощью второй системы линз — *окуляра*. Окуляр действует как лупа, он дополнительно увеличивает изображение объектива. Что картина ос-

тается перевернутой, не мешает астроному он охотно мирится с переменой северного и южного, восточного и западного направлений, в то время как восстановление ориентации повлекло бы за собой лишние потери света. Чем короче фокусное расстояние окуляра, тем больше его собственное увеличение и тем больше размер изображения.

Таким образом, общее увеличение системы зависит от фокусных расстояний обеих систем линз в телескопе. Его можно вычислить по формуле

$$\begin{aligned}\text{Увеличение} &= \frac{\text{Фокусное расстояние объектива}}{\text{Фокусное расстояние окуляра}} = \\ &= \left(\text{например, } \frac{840 \text{ мм}}{10 \text{ мм}} = 84 \right).\end{aligned}$$

Так как окуляр телескопа является сменной линзой, то окуляры с различным фокусным расстоянием обеспечивают различные увеличения.

2. Зеркальные телескопы (рефлекторы)

Благодаря возможности изготавливать все большие стеклянные линзы (прежде всего отливать их) диаметр объектива можно было увеличивать все больше и больше. Но так как это увеличение имеет технические границы, то уже давно пришли к мысли о том, чтобы вместо линзы поставить на ее место большое зеркало. Такие зеркала изготавливать легче, чем большие линзы из стекла. Во-первых, в случае зеркала обработки (шлифовки) требует лишь одна поверхность, во-вторых, они могут состоять из намного более толстого стекла, чем оно лучше защищается от повреждения

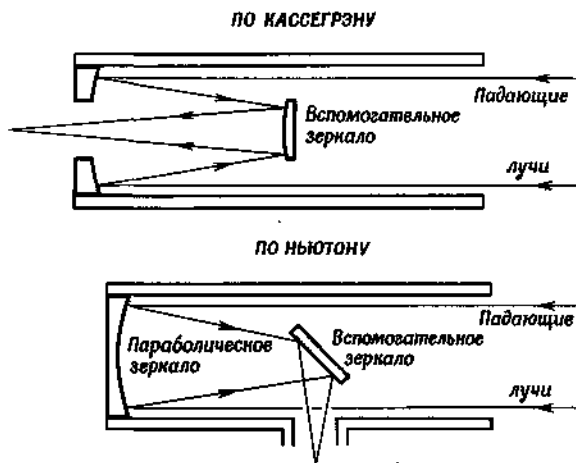


Рис. 41. Устройство зеркального телескопа систем Кассегрена и Ньютона.

(кроме того, зеркало поддерживается креплением на его стороне, не обращенной к объекту). Каждый телескоп с отверстием более метра (диаметр объектива) является зеркальным.

Цель применения вогнутого полированного зеркала в рефлекторах состоит в том, чтобы при помощи его построить по возможности яркое изображение объекта. Так как такое зеркало (несмотря на его преимущества, на которых мы здесь не можем подробно останавливаться) не является «прозрачным», как объектив, то встает вопрос, как изображение, построенное зеркалом в его фокусе внутри тубуса телескопа, сделать доступным для наблюдения глазом.

На рис. 41 показаны два возможных варианта. Конструкция Ньютона содержит на оптической оси малое плоское зеркало, которое меняет ход лучей, направляя их под прямым углом в сторону, к окуляру.

В систему Кассегрена включено выпуклое «улавливающее» зеркало, которое направляет лучи к окуляру через отверстие в центре главного зеркала. Во многих рефлекторах чувствительное к изменениям температуры зеркало и окуляр помещаются не в одном жестком тубусе трубы, а поддерживаются в необходимом взаимном положении при помощи конструкции стержней. Зеркальные инструменты дают возможность получать значительно более яркие изображения.

Монтировка

Большое значение для правильной работы телескопа имеет его установка. Чтобы защитить инструмент от сотрясений, он вместе со своей монтировкой ставится на основание в виде колонны, не связанной с окружающим ее зданием. Таким образом, колебания последнего не передаются инструменту. При этом большую роль играет также то, что инструмент допускает точное и удобное для работы сопровождение небесного свода.

Здесь выручает *параллактическая монтировка* (рис. 42). Сущность ее состоит в следующем: телескоп может вращаться вокруг двух осей — часовой оси и оси склонения. Часовая ось параллельна земной оси (она должна выставляться в каждом месте наблюдения в соответствии с его широтой) и

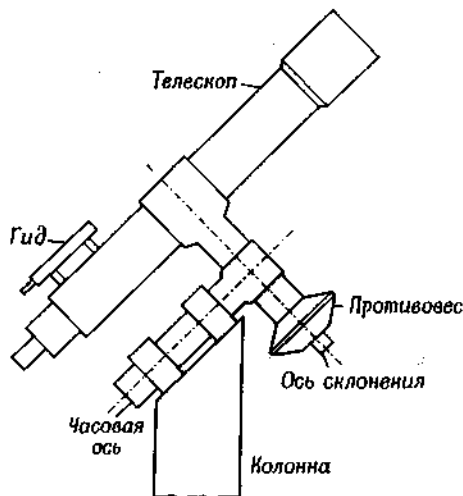


Рис. 42. Параллактическая монтировка.

направлена на полюс мира. Так как видимое вращение неба происходит вокруг земной оси (ось мира), то необходимо только двигать телескоп с той же скоростью вокруг часовой оси; тогда каждая звезда, пойманная в поле зрения, остается в нем. Слежение ведется с помощью точных механических или электрических приводных устройств, которые обычно управляются точными астрономическими часами, идущими по звездному времени.

Наиболее крупные современные телескопы — рефлекторы с очень большими диаметрами зеркал. Крупнейший инструмент в

Европе установлен в Таутенбурге близ Иены¹ (диаметр зеркала 200 см); в СССР запланировано строительство 6-метрового рефлектора. Крупнейший рефлектор в мире (диаметр зеркала 5 м) находится в Калифорнии, крупнейший рефрактор (с диаметром объектива 102 см и фокусным расстоянием 18 м) — в Чикаго.

Разумеется, телескопы представляют собой самую значительную часть астрономического «арсенала», но в следующем разделе мы будем иметь возможность убедиться в том, что астрономы располагают еще и рядом других инструментов для исследования небесных тел и процессов во Вселенной.

Методы исследования

Днем и ночью работают астрономы в научных обсерваториях Земли. Кроме описанных исследовательских работ, к их задачам относятся и такие, которые должны быть поставлены на службу ежедневным практическим потребностям человека. Из большого числа таких задач некоторые мы рассмотрим подробнее, чтобы понять их сущность и значение.

Служба времени — одна из тех задач, которые должны выполняться непрерывно. Наши сутки как основная единица времени являются производными от вращения Земли. День начинается и кончается в момент ниж-

¹ В СССР недавно вступил в строй телескоп-рефлектор с диаметром зеркала 2,6 м (Крымская астрофизическая обсерватория). — *Прим. перев.*

ней кульминации Солнца, т. е. в момент его самого глубокого положения под горизонтом.

Уже при рассмотрении поясного времени мы выяснили, что эта кульминация в местах с различной географической долготой приходится на разное время. Но кроме различия, обусловленного этим, существует еще и другое, которое усложняет счет времени. Согласно второму закону Кеплера, Земля движется по своей орбите вокруг Солнца не с постоянной скоростью: на участках орбиты, более близких к Солнцу, ее скорость больше. Поэтому и Солнце в разные времена года кульминирует в одном и том же пункте не в одно время, причем время верхней кульминации может отличаться до четверти часа от кульминации «среднего» Солнца. Такая неправильная последовательность моментов кульминации, естественно, не может служить основой точного счета времени. Поэтому в основу счета времени астрономы положили видимое движение среднего Солнца, причем принимается, что Земля движется вокруг Солнца по круговой орбите совершенно равномерно.

Следовательно, правильно сделанные солнечные часы показывают не среднее, а *истинное местное время*. Чтобы поставить часы по солнечным часам, следует прежде всего прибавить или вычесть из их показаний разность между истинным и средним временем, т. е. истинным и средним Солнцем (так называемое *уравнение времени*). В результате получится местное время, которым можно без

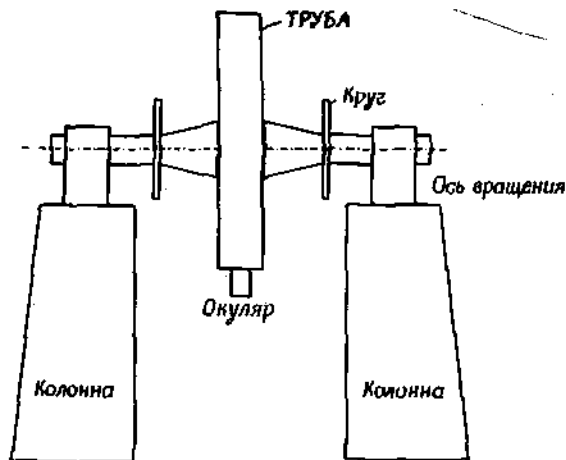


Рис. 43. Меридианный круг.

изменения пользоваться в данном часовом поясе¹.

Для осуществления службы точного времени ежедневно производится наблюдения и измерения, например, с *меридианным кругом* (рис. 43). Это инструмент, который может двигаться только в плоскости меридиана. В окуляр телескопа вмонтирован крест нитей. В момент прохождения светила

¹ Здесь автор допускает неточность: чтобы получить поясное время, необходимо учесть еще разность между долготой места и номером часового пояса, выраженного в часах. Население СССР живет по так называемому *декретному времени*, для получения которого следует к поясному времени прибавить один час. — *Прим. перев.*

через середину поля зрения с помощью контактного устройства дается точная метка времени. По данным таких наблюдений контролируются высокоточные часы обсерватории.

На астрономических обсерваториях используются очень точными *маятниковыми часами*. Они содержатся при строго определенном давлении воздуха и постоянной температуре, чтобы устранить все внешние влияния на точность хода часов. В настоящее время им на смену приходят еще более точные *кварцевые часы* [а также атомные и молекулярные стандарты частоты и времени.— *Перев.*].

Значение спектрального анализа, осуществляемого при помощи особых инструментов, уже подчеркивалось выше.

Совсем молодой наукой, если сравнивать ее с астрономией, является *радиоастрономия* — новое направление в исследовании неба. Несмотря на это, радиоастрономия уже блестяще «отметила» свое рождение. Это относится в особенности к изучению строения нашей Галактики, других галактик и вообще доступной в настоящее время части Вселенной.

Для приема очень слабого радиоизлучения применяются антенны большой площади, в некоторой степени подобные оптическим рефлекторам (рис. 44). Например, подвижное параболическое «зеркало» из мелкой сетки отражает падающие волны и собирает их в фокусе. Здесь расположены, как и в технике ультракоротких волн, диполи [или облучатели других типов.— *Перев.*] для приема радиоизлучения различных длин волн — от

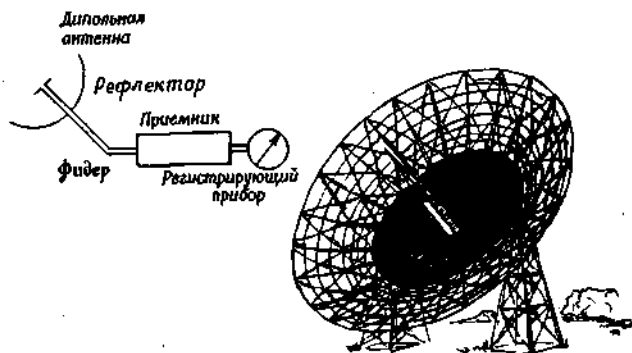


Рис. 44. Радиотелескоп и его схема.

1 см до 10 м. Излучение можно слушать, снимать отсчеты по прибору или вести его непрерывную запись.

Поскольку вследствие значительно большей длины радиоволн по сравнению с оптическими радиотелескопы по разрешающей способности уступают оптическим в миллионы раз, они должны быть очень больших размеров, чтобы разрешать дискретные источники радиоизлучения малого диаметра¹. Крупнейший до сих пор инструмент в Джодрелл Бэнк, Англия, имеет диаметр 76 м; крупнейший немецкий радиотелескоп (диа-

¹ Еще в 1961 г. в Англии с помощью радиоинтерферометра были измерены угловые диаметры ряда источников радиоизлучения величиной несколько угловых секунд; в 1963 г. в США были измерены координаты многих радиоисточников с точностью до нескольких угловых секунд. — *Прим. перев.*

метром 36 м) находится под Берлином (округ Адлерсхоф).

Радиоизлучение может быть совершенно различного происхождения. Это может быть излучение заряженных частиц, движущихся в магнитном поле с большой скоростью (синхротронное радиоизлучение). В других случаях газовые массы могут находиться в интенсивном турбулентном движении. При этом вследствие высокой температуры порядка $10\,000^{\circ}\text{K}$ атомы газа ионизируются, т. е. теряют полностью или частично свои электроны. Такой газ называют *плазмой*; при возникновении колебаний плазма излучает радиоволны¹ (плазменное излучение).

К особенно важным и замечательным результатам относится открытие и исследование третьего вида радиоизлучения. Речь идет о так называемом излучении в линии на одной определенной волне в противоположность упомянутому выше непрерывному [по частоте. — *Перев.*] радиоизлучению. Эта «радиолиния» возникает благодаря физически хорошо известной особенности нейтрального атома водорода. Основная часть водорода во Вселенной сосредоточена в так называемых областях нейтрального водорода, т. е. водород (при $50^{\circ}\text{K} = -220^{\circ}\text{C}$) находится в нормальном (физически нейтральном) состоянии. Это значит, что вокруг ядра атома вращается один электрон. Благодаря изменению

¹ Существует другой, более общий вид радиоизлучения плазмы — тепловое излучение, возникающее при взаимодействии электронов с ядрами атомов газа. — *Прим. перев.*

вращательного момента он может находиться в двух состояниях. При переходах из одного состояния в другое разность энергий состояний излучается на волне 21,2 см; это, так сказать, линия Фраунгофера в радиодиапазоне¹.

Между прочим, линия 21 см, которая приобрела очень важное значение в исследовании Вселенной, со всей надежностью подтвердила предполагавшуюся ранее и частично обнаруженную по оптическим наблюдениям спиральную структуру Млечного Пути.

Радиоастрономия привела к открытию целого ряда отдельных очень мощных источников излучения. Сюда относятся упомянутые выше источники синхротронного и плазменного излучения, в особенности известные туманности (туманность в Орионе и Северная Америка в Лебеде). Кроме этих «дискретных» источников космического радионизлучения, связанных с нашей Галактикой, существуют еще источники внегалактического происхождения. Около 20 из них отождествляются с соседними звездными системами (например, туманность Андромеды). По отношению к их оптическому излучению радиоизлучение является слабым.

¹ Здесь автор допускает ошибки, по поводу которых необходимо сделать два замечания: 1) радионизлучение в линии 21,2 см обязано своим возникновением переходам не электрона, а атома из одного состояния в другое — следствие так называемой сверхтонкой структуры атома водорода; 2) чаще всего линия 21,2 см наблюдается как эмиссия, а не поглощение и поэтому не может быть названа линией Фраунгофера. — *Прим. перев.*

Некоторые внегалактические объекты дают очень мощное радиоизлучение. Так как при этом речь идет, несомненно, о звездных системах, то их называют *радиогалактиками*; их радиоизлучение значительно мощнее оптического. Поэтому с помощью радиоастрономии можно обнаруживать такие объекты, когда оптические методы оказываются беспомощными. Но это означает, что в настоящее время радиотелескопы проникают дальше в мировое пространство, чем оптические телескопы.

Таким образом, именно благодаря радиоастрономии диаметр доступного нашим наблюдениям «мира» достиг 20 миллиардов световых лет.

В заключение следует упомянуть еще один вид «очень близких» радиоастрономических наблюдений: *«метод радиозеха»*. Это способ исследования астрономических объектов с помощью радиолокации. С Земли излучаются импульсы коротковолнового радиоизлучения и, отраженные от небесного тела (Солнце, Луна, Венера, Марс, Юпитер, Меркурий), принимаются вновь.

По времени распространения импульса можно в числе других величин определить расстояние до объекта. Метод радиозеха принес большие успехи в исследовании метеорных потоков. Отражение радиоволн от естественных или искусственных небесных объектов (спутников) можно использовать для осуществления межконтинентальной радиосвязи. Первые такие попытки увенчались успехом.

КАК МОЖЕТ РАБОТАТЬ АСТРОНОМ-ЛЮБИТЕЛЬ

Астрофотография с простыми камерами

Кто хоть немного знаком с фотографией, тот при своих наблюдениях вскоре ощутит потребность проводить их фотографическим способом. В зависимости от того, какая используется камера и применяется ли оптический инструмент, существуют различные способы фотографирования небесных объектов.

1. Без телескопа

Объем задач, которые можно решать с помощью фотографии без применения телескопа, ограничен, но снимки, несмотря на это, могут быть очень интересными. Простейшая задача — это уже упоминавшееся фотографирование метеорных следов. Камера (для этой задачи достаточной будет даже самодельная) закрепляется (или даже кладется прямо на землю) и объектив направляется на избранную часть звездного неба (недалеко от полюса мира). Затвор камеры открывается (и при этом закрепляется) и закрывается через 1—2 часа. Разумеется, не должно быть мешающих земных источников света.

На экспонированной таким образом пленке вместо точечных изображений звезд получаются дуги окружностей, так как за время экспозиции Земля поворачивалась относительно звездного неба. Если нужно получить с такого снимка действительный вид неба, то следует начальные точки дуг отметить на планке иглой и затем перенести их на белую подкладку (карандашом или тушью):

мы получим точную картину сфотографированной части неба. (Кто имеет опыт в технике печатания, найдет способ изготовить из снимков диапозитивы.)

Если в вашем распоряжении есть светосильная камера (от 1 : 2 до 1 : 4,5), то она позволяет делать снимки отдельных небесных объектов. Опять необходимо надежно установить камеру с помощью штатива или другого устройства. Так как масштаб изображения очень мал (при фокусном расстоянии камеры 5 см Солнце и Луна будут иметь размеры лишь около 0,5 мм), необходимо последующее увеличение. При этом, естественно, недостаточная резкость проявляется очень сильно. Поэтому время экспозиции не должно превышать несколько секунд. Подходящими объектами являются Луна (в виде серпа) или Солнце (с сильным нейтральным фильтром и малой диафрагмой); Луна особенно хороша, когда снимаются находящиеся рядом с ней яркие планеты и звезды. Чувствительность пленки и время экспозиции в числе прочих факторов определяются яркостью изображения объектива и неба, а также временем проявления, поэтому трудно дать точные советы. Интересующийся этим любитель подберет лучшие условия опытным путем. С нейтральным фильтром и с малой диафрагмой можно получить фотографии солнечного серпа во время затмения.

2. С телескопом

появляется много возможностей для фотографирования. Можно либо удалить окуляр

телескопа и поставить на его место камеру без объектива, закрепив ее с помощью переходного кольца, либо закрепить камеру (с объективом или без него) позади окуляра телескопа. Если держатель окуляра имеет резьбу, то легко изготовить переходное кольцо для крепления камеры к окуляру, чтобы получить зеркальную камеру для маломасштабных фотографий. Механик или слесарь может выточить кольцо, которое с одной стороны несет резьбу для держателя окуляра, а с другой — для камеры. С помощью этого кольца можно быстро привинтить корпус камеры к телескопу.

Если невозможно осуществить такое крепление камеры (например, если самодельный телескоп не снабжен резьбой на держателе окуляра), то можно крепить камеру к телескопу с помощью другого устройства. На рис. 45 изображена одна из многих возможностей.

В обоих случаях увеличенный за счет камеры вес телескопа надо компенсировать путем смещения трубы телескопа в штативе или при помощи противовеса.

Система камера — телескоп открывает перед фотографированием неба множество новых возможностей. Фотографируемые объекты становятся больше и показывают значительно больше деталей. Прежде слишком слабые и малые по размерам небесные тела (фазы Венеры, спутники Юпитера) становятся видимыми и могут быть сфотографированы. Но теперь появляются и новые трудности. Из-за увеличения движение неба как

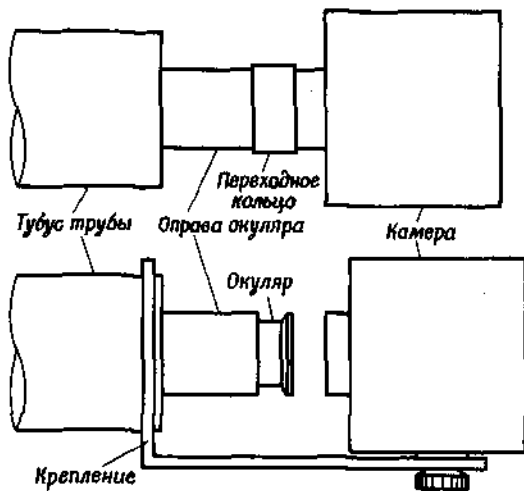


Рис. 45. Крепление камеры к телескопу при помощи переходного кольца или крепящего устройства.

бы ускорилось, тем самым время экспозиции как бы сделалось меньше. Время экспозиции в несколько секунд уже приводит к размазыванию изображения, которое становится еще заметнее при большинстве рабочих увеличений. Чтобы получить возможно более резкие снимки, удобно применять слабопоглощающий желтый фильтр, он «проглатывает» избыточное излучение в синих лучах. Фокусировка тоже требует некоторого навыка, если отсутствует зеркальная камера, с которой такая проблема не возникает.

Наблюдателю и фотографу представляются самые различные возможности для

наблюдений в зависимости от увеличения телескопа. Время экспозиции для различных объектов (в зависимости от их яркости и движения) целесообразнее всего находить методом проб. Во всяком случае, проявлять пленки лучше всего самостоятельно, так как в фотоателье они проявляются в течение стандартного промежутка времени, а мы между тем стремимся лучше и дольше вести проявление с целью выявления как можно большего числа деталей.

При фотографировании Солнца требуется соблюдать осторожность! Уже телескоп с очень малым объективом собирает такое количество солнечной энергии, что камера (особенно чувствительный щелевой затвор) может оказаться поврежденной. Поэтому лучше всего всегда иметь сильно поглощающий нейтральный фильтр между окуляром и камерой!

Еще большие возможности на поприще астрофотографии имеет, естественно, обладатель телескопа, который можно вести за небом при помощи гибкого вала или даже мотора. Однако говорить об этом — значило бы выйти за рамки этой книги.

Мы строим телескоп

Большое число красивых и редких объектов можно увидеть, кроме бинокля, с помощью простого самодельного телескопа. Уже прибор с 10—15-кратным увеличением предоставляет возможность любоваться удивительно красивым видом Луны. С ним мож-

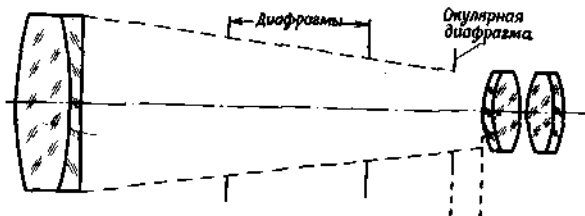


Рис. 46. Телескоп с ахроматическим объективом.

но наблюдать (через темное стекло!) пятна на Солнце и серп Венеры во время ее нижних соединений. Кроме того, можно рассматривать многочисленные прекрасные звездные скопления и множество звезд в полосе Млечного Пути, а также ярчайшие туманности в Орионе и в Андромеде.

Астрономический телескоп в простейшем случае состоит из двух так называемых выпуклых линз: объектива и окуляра. Они должны быть очень точно и жестко закреплены в одной трубе, причем окуляр должен иметь возможность перемещаться на небольшое расстояние вдоль оси с целью фокусировки. Изнутри труба во избежание мешающего рассеяния света должна быть по возможности черной (столярный лак) и содержать одну или две диафрагмы, как показано на рис. 46.

Объектив наиболее просто изготовить из составного очкового стекла старого типа (двойное стекло) с большим фокусным расстоянием. Например, можно без особого труда изготовить телескоп из такого объек-

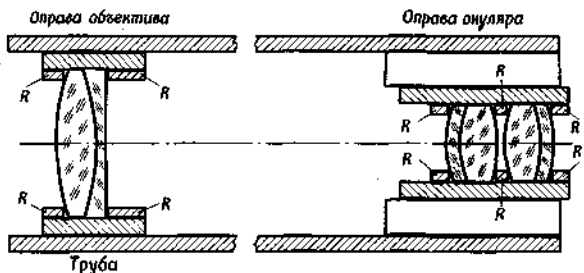


Рис. 47. Крепление в трубе объектива и окуляра Плёсля.

R — кольца крепления линз.

тива с фокусным расстоянием 1 м, причем увеличение может достигать до 30—40-кратного. Но такие очковые стекла вносят, к сожалению, многочисленные оптические искажения, которые становятся заметными при большом увеличении. Поэтому в телескопах всегда применяют объективы, у которых благодаря соединению по крайней мере двух линз с различными сортами стекла эти искажения полностью устраняются.

Такие линзы промышленного производства бывают в продаже в ограниченных количествах. Для увеличений приблизительно до 12 раз можно применить объектив с диаметром 51 мм и с фокусным расстоянием 184 мм. К нему можно изготовить подходящую оправу, при помощи которой вставлять его в трубу (рис. 47). Оправа, как и сама труба, может состоять либо из смотанных и склеенных листов бумаги или лучше из

твердого дерева или колец прессованной ткани (текстолита). Объектив не должен стоять в трубе косо, так как это приводит к дополнительным искажениям оптического изображения. Выпуклой стороной объектив должен быть обращен к небу.

Окуляр в простейшем случае также может состоять из одиночной собирающей короткофокусной линзы. Однако из-за плохого качества изображения и связанного с этим очень малого поля зрения (площадь видимого участка неба) работа с таким телескопом будет доставлять мало приятного. Поэтому окуляр тоже собирают по меньшей мере из двух линз.

Наименьшее фокусное расстояние (15 мм) имеет так называемый окуляр Плессля. В сочетании с 51-миллиметровым объективом (фокусное расстояние 184 мм) он дает 12-кратное увеличение и большое очень светлое поле зрения. Обе окулярные линзы закрепляются в оправе, которая в свою очередь вставляется в трубу телескопа с таким расчетом, чтобы окуляр можно было слегка перемещать с целью получения резкого изображения.

Еще успешнее будут наблюдения с объективом большего фокусного расстояния. Мы имеем выбор от объектива с отверстием 50 мм и фокусным расстоянием 540 мм до объектива с соответствующими параметрами 63 мм и 850 мм. Но уже первый из них удовлетворяет самым далеко идущим требованиям, и то, что мы при помощи его сможем увидеть на небе, может захватить нас на годы.

Так как увеличение телескопа всегда рассчитывается по простой формуле

$$\text{Увеличение} = \frac{\text{Фокусное расстояние объектива}}{\text{Фокусное расстояние окуляра}},$$

то мы можем вычислить его, если знаем фокусное расстояние окуляра. Так, с упомянутым выше окуляром Плессля в сочетании с объективом 50/540 мм мы имели бы 36-кратное увеличение, а с объективом 63/850 мм — 57-кратное.

Конечно, цена этих объективов выше, чем предназначенных для любителей, но зато они дают большее увеличение и изображение намного лучшего качества. Изготовление трубы производится таким же образом. Введение в телескоп визирного устройства очень полезно и существенно облегчает отыскание объекта.

Чем больше телескоп, тем надежнее должна быть его установка. Уже самая малая труба с 12-кратным увеличением, будучи хорошо установленной, помогает увидеть мелкие детали (кратеры) на поверхности Луны гораздо лучше, чем при поддержании трубы руками. Но увеличения, превышающие 15-кратное, практически не позволяют наблюдать без жесткого закрепления трубы.

Поэтому для инструмента необходима еще так называемая монтировка. Он должен быть прочно закреплен и в то же время свободно вращаться. На рис. 48 изображены два простых способа сделать трубу подвижной.

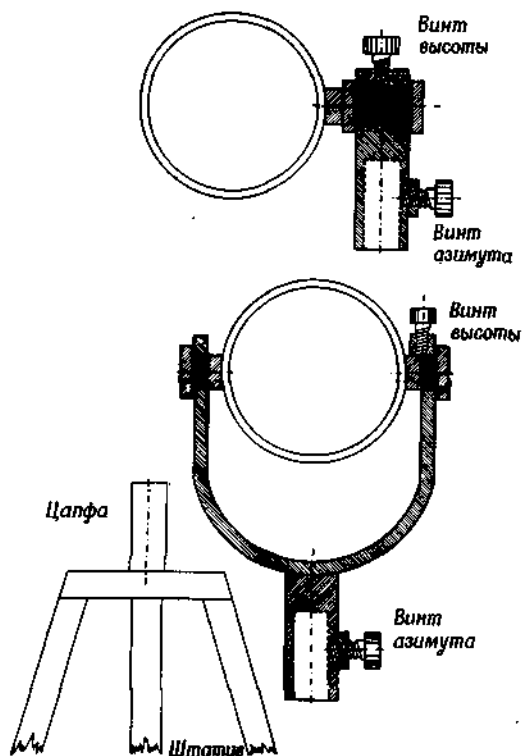


Рис. 48. Два варианта горизонтальной установки телескопа.

В одном случае труба перемещается в горизонтальном и вертикальном направлениях вокруг соответствующей оси; в нужном положении она зажимается двумя винтами. Во втором случае движение происходит в так

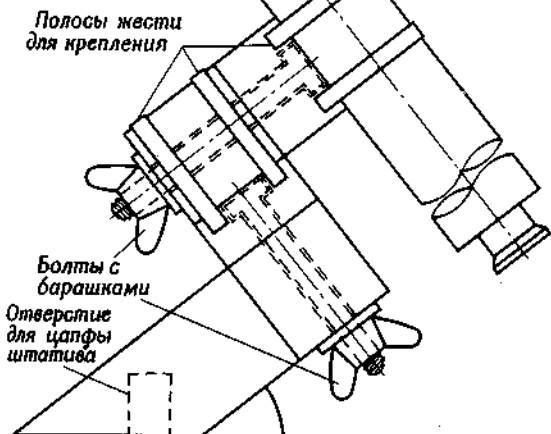


Рис. 49. Пример параллактической установки телескопа.

называемой вилке; здесь тоже очень легко осуществить закрепление. Вертикальную ось, обладающую на нижнем конце резьбой в $\frac{3}{8}$ дюйма, можно ввинтить в любой (желательно в более устойчивый) фотоштатив. Чем тяжелее телескоп и чем большие увеличения он дает, тем больше внимания необходимо обращать на то, чтобы предохранить его от сотрясений и от нежелательных движений под действием малейшего ветерка. Самодельный штатив — тренога, содержащий в верхней части металлическую цапфу

для крепления трубы, лучше, чем половинчатые решения вопроса, к которым надо отнести в большинстве случаев и фотоштативы.

Еще более целесообразна уже упоминавшаяся так называемая *параллактическая установка*, у которой обычно вертикальная ось направлена на полюс мира. С ней после установки трубы на объект последний можно сопровождать только движением трубы вокруг этой оси. На рис. 49 показан простой вариант параллактической установки телескопа¹.

¹ Прекрасным инструментом для астронома-любителя является самодельный телескоп-рефлектор. О том, как его изготовить при помощи общедоступных средств, можно прочесть в книге: К. Л. Стонг, Самодельный телескоп-рефлектор с металлическим зеркалом, М., изд-во «Мир», 1965.— *Прим. ред.*

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Яркие звезды

Название	Видимая величина m	Абсолют- ная величина M	Спектраль- ный класс	Расстояние в световых годах	Созвездие
Сириус	-1,43	+1,4	A0	8,7	Большой Пес
Вега	+0,04	+0,4	A0	27	Лиры
Арктур	+0,06	-0,4	K0	38	Волопас
Капелла	+0,09	-0,7	G1	46	Возничий
Ригель	+0,15	-6,0	B8	550	Орион
Процион	+0,37	+2,7	F5	11	Малый Пес
Альтаир	+0,8	+2,4	A5	16	Орел
Бетельгейзе	от +0,1 до +1,2	+3,9	M2	300	Орион
Альдебаран	+0,85	-0,6	K5	65	Телец
Антарес	+0,98	-3,3	A3	230	Скорпион
Спика	+1,0	-2,8	B2	190	Дева
Поллукс	+1,16	+1,2	K0	33	Близнецы
Фомальгаут	+1,16	+1,8	A3	24	Южная Рыба
Денеб	+1,26	-5,2	A2	650	Лебедь
Регул	+1,36	-0,5	B8	80	Лев
Кастор	+1,59	+0,8	A	46	Близнецы
Беллатрикс	+1,64	-2,6	B2	230	Орион
Солнце для сравнения	-26	+4,8	G2	—	—

Таблица 2

Планеты

Название	Знак	Диаметр по экватору		Среднее расстояние от Солнца		Период обращения, год	Масса (масса Земли принята за единицу)	Число спутников
		км	в диаметрах Земли	а. е.	млн. км			
Меркурий	☿	4 840	0,38	0,39	57,91	0,24	0,053	—
Венера	♀	12 400	0,97	0,72	108,21	0,62	0,815	—
Земля	♁	12 756	1,00	1,00	149,6	1,00	1,00	1
Марс	♂	6 800	0,53	1,52	227,9	1,88	0,107	2
Юпитер	♃	142 800	11,20	5,20	778,3	11,86	318,000	12
Сатурн	♄	120 800	9,47	9,55	1428	29,46	95,22	9
Уран	♅	47 600	3,75	19,20	2872	84,02	14,55	5
Нептун	♆	53 000	3,50	30,09	4498	164,78	17,23	2
Плутон	♇	14 400	1,1	39,50	5910	248,4	0,9	—